

Relación de la deuda calórica con la pérdida de masa muscular medida por ultrasonografía en pacientes críticos

Relationship of caloric debt with loss of muscle mass measured by ultrasonography in critically ill patients

Diana TREJOS-GALLEGO¹, Luis MENESES², Diana AGUIRRE², María FLORIÁN¹, Jorge DOMÍNGUEZ¹, Olga PINZÓN-ESPITIA³

1 Hospital Santa Sofía de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia.

2 Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia.

3 Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Facultad de Medicina, Departamento de Nutrición Humana. Universidad del Rosario, Colombia.

Recibido: 24/octubre/2022. Aceptado: 5/diciembre/2022.

RESUMEN

Propósito: Establecer la asociación entre la deuda calórica y la pérdida de masa muscular medida mediante ultrasonografía en pacientes adultos hospitalizados en unidad de cuidados intensivos (UCI).

Método: Estudio observacional de cohorte prospectivo, 101 pacientes incluidos, con estancia no inferior a 7 días en UCI. Con un proceso de selección de muestra consecutiva. Se realizaron un total de 3 mediciones de espesor de cuádriceps por ultrasonografía los días 1, 3, 5 y 7. Este espesor muscular fue medido con un transductor lineal de 10 MHz, por un médico capacitado. Se evaluaron dos sitios de medición: en el punto medio o en los dos tercios de la longitud entre la espina ilíaca anterosuperior y el borde superior de la rótula. Las Variables evaluadas fueron: Espesor muscular del cuádriceps, porcentaje diario de cumplimiento de meta calórica y proteica.

Resultados principales: El grosor del *cuádriceps femoral* disminuyó hasta 20% durante la primera semana después de la admisión en la UCI. No se encontró correlación entre la pérdida muscular y la deuda calórica o proteica durante la estancia en UCI.

Correspondencia:

Diana Trejos Gallego
dtrejosnutrición@gmail.com

Conclusiones: La evaluación ecográfica del grosor del cuádriceps puede considerarse como una herramienta para evaluar la pérdida de masa muscular en pacientes críticamente enfermos.

PALABRAS CLAVE

Pérdida de masa muscular; ultrasonografía; unidad de cuidados intensivos; meta calórica; músculo cuádriceps.

ABSTRACT

Purpose: To establish the association between caloric debt and loss of muscle mass measured by ultrasonography in adult patients hospitalized in the intensive care unit (ICU).

Method: Observational prospective cohort study, 101 patients included, with a stay of not less than 7 days in the ICU. With a consecutive sample selection process. A total of 3 quadriceps thickness measurements were performed by ultrasonography on days 1, 3, 5 and 7. This muscle thickness was measured with a 10 MHz linear transducer by a trained physician. Two measurement sites were evaluated: at the midpoint or two-thirds of the length between the anterior superior iliac spine and the superior border of the patella. The variables evaluated were: Muscle thickness of the quadriceps, daily percentage of fulfillment of caloric and protein goals.

Key findings: The thickness of the quadriceps femoris decreased by up to 20% during the first week after admission to the ICU. No correlation was found between muscle loss and caloric or protein debt during the ICU stay.

Conclusions: The ultrasound evaluation of the thickness of the quadriceps can be considered as a tool to evaluate the loss of muscle mass in critically ill patients.

KEY WORDS

Muscle loss; ultrasonography; intensive care unit; caloric goal; quadriceps muscle.

INTRODUCCIÓN

La pérdida de masa muscular en el paciente crítico es una situación usual, que conlleva desacondicionamiento físico que prolonga la estancia en UCI¹. Factores que predisponen a esta pérdida incluyen, sedación, escasa o nula actividad física, estado hipercatabólico e inadecuado suministro nutricional. La forma actual de evaluar esta pérdida muscular se hace por medio de la observación del estado del paciente, fuerza de agarre por dinamometría, circunferencia de la pantorrilla y toma de peso², sin embargo, estos métodos no permiten hacer una intervención oportuna ni evaluar la eficiencia en el proceso de rehabilitación integral del paciente. Algunos estudios sugieren el empleo de equipos de bioimpedancia como el DEXA o la tomografía axial computarizada –TAC³, pero debido a su alto costo, es difícil encontrarlos en la realidad de los hospitales colombianos y debido a la complejidad del paciente crítico se dificulta su aplicación por el protocolo de manejo que el equipo requiere. Las guías de la sociedad Europea de Nutrición Enteral y Parenteral (ESPEN) para cuidado crítico, sugieren que el empleo de la ultrasonografía es una alternativa razonable para suplir esta necesidad⁴.

La falta de camas o equipos especiales para registro de peso en el paciente crítico trae consigo un reto en la evaluación de la pérdida de masa muscular de manera objetiva, además, el empleo de la técnica de circunferencia de la pantorrilla no es un buen indicador de la pérdida de masa muscular en estos pacientes dadas las restricciones de movilidad, comorbilidades y falta de tablas de referencia para este tipo de población. La evaluación ecográfica del cuádriceps permite una medición precisa inicial y un seguimiento comparativo de la masa muscular en el tiempo⁵.

La pérdida de peso guarda una relación directa con la mortalidad en el paciente crítico, estudios como Pirlich et al. han señalado que pérdidas de peso mayores a 10% aumentan la mortalidad a 30 y 90 días, y trae consigo la pérdida de masa muscular, Indicando que ha mayor pérdida de masa muscular, mayor es la mortalidad⁶. Otros autores como Puthuchery et al. informaron que en pacientes críticos puede encontrarse una pérdida del 12,5% del área de sección transversal del músculo recto femoral 7 días después de la admisión en la UCI, atribuida a un aumento del recambio de proteínas y un desequilibrio entre la síntesis de proteínas musculares y la degradación de proteínas⁷⁻¹⁰.

La hospitalización en UCI confiere de manera independiente un alto riesgo nutricional. Los factores determinantes incluyen,

gravedad de la enfermedad, comorbilidades, estado nutricional y la terapéutica aplicada^{4,5}. Por consiguiente, recibir una intervención nutricional oportuna y adecuada a las necesidades calóricas y proteicas de cada paciente, ha demostrado disminuir días de estancia hospitalaria, infecciones, días de ventilación mecánica y facilita el proceso de rehabilitación, lo cual impacta en los costos de salud^{4,7}. El objetivo de este estudio fue establecer la asociación entre la deuda calórica y la pérdida de masa muscular medida mediante ultrasonografía en pacientes adultos hospitalizados en unidad de cuidados intensivos (UCI).

METODOLOGÍA

La presente investigación se llevó a cabo en pacientes adultos hospitalizados en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Santa Sofía de Caldas en Colombia, internados por patología médica o quirúrgica durante el primer semestre del 2021.

Criterios de inclusión: pacientes mayores de 18 años ingresados en la UCI, con una estancia no inferior a 7 días y que aceptaran recibir una evaluación de ultrasonido muscular como parte de su atención habitual.

Criterios de exclusión: pacientes con estancia menor a 7 días, con patología neuromuscular previa, tratamiento antineoplásico o proceso tumoral activo, así como estados consuntivos secundarios a inmunocompromiso natural o adquirido, además de pacientes con secuelas motoras de las extremidades inferiores o con hipotrofia-atrofia secundaria, o con amputación de miembro inferior, así como pacientes sospechosos o confirmados de COVID 19.

Diseño del estudio: Se trata de un estudio observacional de cohorte prospectivo, en pacientes mayores de edad de ambos sexos, ingresados a UCI polivalente, del Hospital Santa Sofía de Caldas, en Manizales, con estancia de mínimo 7 días y cumplió con las directrices publicadas STROBE (Fortalecimiento del Informe de Estudios Observacionales en Epidemiología).

El proyecto fue aprobado por el comité de bioética de la Facultad de Ciencias para la Salud de la Universidad de Caldas (CBCS-055 del 10/08/2020). Avalado por el grupo de investigación de ciencias biomédicas (SOFIA) del Hospital y el comité de ética en investigación de dicha institución (93 R - 2020/11/09-1).

Los acudientes de cada paciente aceptaron vía telefónica el término de consentimiento libre e informado dada la contingencia por pandemia COVID 19. La recolección de pacientes para el estudio se llevó a cabo desde el 26 de marzo del 2021 hasta junio del 2021.

Muestra: Según la literatura médica, la pérdida de masa muscular en los pacientes críticamente enfermos se presenta en más del 90% una vez ingresan a la UCI¹¹. Basados en este dato, estableciendo una precisión del 5% y un error alfa del 5%, y teniendo en cuenta una población de 300 ingresos que

reúnan la condición de estancia superior a 7 días, en el lapso 6 meses, la muestra quedaría constituida por 93 pacientes, sin embargo, en el estudio se incluyeron 101 pacientes.

Las variables de estudio incluyeron datos demográficos (edad, sexo, régimen de seguridad social), diagnóstico médico (infecciones, sepsis, cirugía, traumatología, neurocirugía y otros diagnósticos médicos), peso ideal y ajustado calculado, talla, índice de masa corporal, requerimiento de soporte ventilatorio y vasoactivo (norepinefrina, vasopresina, dobutamina, milrinone, levosimendán), días de estancia en UCI, índice de gravedad (escalas APACHE II - Acute Physiology and Chronic Health disease Classification System II) y SOFA - Sequential Organ Failure Assessment Score), balance hídrico diario, kilocalorías diarias administradas y tipo de dieta (nutrición enteral, parenteral, o vía oral), realización de fisioterapia motora, horas de ventilación mecánica, administración de sedantes (Midazolam, Fentanyl, Propofol, Dexmedetomidina, Ketamina) y relajantes musculares (Vecuronio, Rocuronio, Cisatracurio) en perfusión continua o administrada en bolos, grado de sedación según escala RASS (Richmond Agitation-Sedation Scale), tratamiento con corticoides y valores de glucometrías según protocolo (registrando el valor más bajo y más alto del día).

Medición de meta calórica: Las guías ESPEN recomienda un aporte calórico de 25 cal/kg diario para los pacientes en estado crítico⁴. Un aporte por debajo del 80% de esta cifra implica una deuda calórica cercana al 20%. Es así como para este estudio, se consideró como grupo expuestos a los pacientes cuya deuda calórica fue mayor del 20% y el grupo no expuesto los que tuvieron una deuda calórica menor al 20%.

La vía de nutrición de los pacientes evaluados incluyó vía oral, enteral, parenteral o mixta, por lo tanto, la evaluación diaria del consumo o suministro de nutrición requirió de un método que permite conocer el porcentaje de cumplimiento de la meta suministrada. Para ello se utilizó la valoración de ingesta diaria, en el caso de vía oral. Para la vía enteral y/o parenteral se comparó lo suministrado en mililitros (mL) con la meta calculada en mL. Ambas mediciones implican un dato porcentual, pudiendo determinar el aporte calórico diario al comparar lo requerido vs lo suministrado.

Selección del grupo muscular para la medición ecográfica: Gruther et al. Reportan investigaciones utilizado en pacientes críticos la unión de los dos tercios superiores con el tercio inferior o el punto medio entre la cresta ilíaca anterosuperior y el borde superior de la rótula, debido a la fácil accesibilidad al sitio en estos pacientes^{12,13}. Así como la facilidad técnica de medición en pacientes con edema o miembros grandes, que favorecen esta localización¹⁴.

Al ingreso, tercer, quinto y séptimo día, se realizaron mediciones del músculo recto femoral del cuádriceps mediante un ecógrafo AgilentSONOS 4500® (transductor lineal de 7-11 MHz. Agilent Technologies. Andover, Massachusetts 01810 EE. UU), siguiendo protocolos validados en la literatura¹⁴⁻¹⁶.

Las medidas fueron realizadas por un médico capacitado. Se hicieron 3 mediciones consecutivas con el paciente en decúbito supino y en ángulo de 30 grados en la extremidad del lado dominante del paciente, entre la unión de los dos tercios superiores con el tercio inferior, tomando como referencia los procesos anatómicos de la espina iliaca anterosuperior y la rótula. La imagen se congeló haciendo uso de esta opción ecográfica y se tomó como último valor el promedio de las tres mediciones, con el fin de minimizar la variabilidad intraoperatoria. El punto de colocación del transductor fue siempre el rotulado para la primera medición.

Análisis estadístico: Para el análisis de datos se empleó el programa estadístico SPSS versión 22. Se realizó la evaluación de las variables cuantitativas mediante la media, desviación estándar y coeficiente de variación; mientras que para las cualitativas se empleó la frecuencia y el porcentaje. Para la dependencia entre variables cualitativas se empleó la prueba Chi-cuadrado de Pearson.

El cálculo de la deuda calórica acumulada y del porcentaje de masa muscular perdido mediante la medición ecográfica seriada del grosor del músculo recto femoral, se realizó mediante un intervalo de confianza del 95% para las variables.

Para comparar las medias de las diferentes variables cuantitativas, discriminando entre grupo expuesto y no expuesto, se utiliza la t de Student (en caso de normalidad de los datos), o la U de Mann-Whitney (en caso de que el supuesto de normalidad no sea válido para la variable).

Para establecer la asociación entre la deuda calórica y la pérdida de masa muscular se analizó si existe diferencia entre las medias de los dos grupos (expuesto y no expuesto) en cuanto a la deuda calórica.

RESULTADOS

Entre marzo y junio de 2021, se realizaron 404 mediciones ecográficas del grosor del cuádriceps en 101 pacientes incluidos en el estudio, 38 mujeres (37,6%) y 63 hombres (62,4%), distribuidos en dos grupos: 57 expuestos (56,4%) y 44 no expuestos (43,6%). En el grupo expuesto la edad media fue de 58,8 (17,2) y de 50,7 (19,6) años en el grupo de no expuestos, respectivamente.

Se observó que el porcentaje de meta calórica lograda en promedio fue de 69,6% y de 88,3 % para expuestos y no expuestos respectivamente, mientras que tales medias para el porcentaje de meta proteica lograda y déficit calórico para esos grupos fueron de 69,7% y 84,8% para la primera variable, y de 30,8% y 11,8% para la segunda; adicionalmente, el coeficiente de variación (CV) indica que en la mayoría de las variables, las personas tienden a ser homogéneas, a excepción del IMC en los expuestos, déficit calórico en los no expuestos y los días recibidos con algún tratamiento. Sólo un paciente estuvo sometido a relajante neuro-muscular por 8 días (tabla 1).

Tabla 1. Descripción de las variables antropométricas, nutricionales y clínicas

Variable	Grupo	Media	Desv. Est.	CV (%)	Comparación de medias entre expuestos y no expuestos P-valor
Peso	Expuestos	60,7	10,3	17,0%	0,800
	No Expuestos	61,3	10,6	17,3%	
Talla	Expuestos	160,9	15,7	9,7%	0,535
	No Expuestos	162,8	10,0	6,1%	
IMC	Expuestos	25,3	18,9	74,8%	0,701
	No Expuestos	23,1	3,2	13,9%	
Edad	Expuestos	58,8	17,2	29,3%	0,052
	No Expuestos	50,7	19,6	38,7%	
% De meta calórica logrado	Expuestos	69,6%	8,3%	12,0%	< 0,0001
	No Expuestos	88,3%	6,8%	7,7%	
% De meta proteica logrado	Expuestos	69,7%	10,1%	14,5%	< 0,0001
	No Expuestos	84,8%	8,9%	10,5%	
Déficit calórico	Expuestos	30,8%	9,9%	32,1%	< 0,0001
	No Expuestos	11,8%	6,9%	58,6%	
Medida Do RF	Expuestos	0,9	0,2	17,8%	0,058
	No Expuestos	1,0	0,2	19,7%	
Medida D ₃ RF	Expuestos	0,9	0,1	17,1%	0,217
	No Expuestos	0,9	0,2	22,3%	
Medida D ₅ RF	Expuestos	0,8	0,1	18,7%	0,094
	No Expuestos	0,8	0,2	22,2%	
Medida D ₇ RF	Expuestos	0,7	0,2	21,0%	0,063
	No Expuestos	0,8	0,2	24,4%	
Medida Do VIM	Expuestos	1,0	0,2	25,2%	0,188
	No Expuestos	1,0	0,2	24,8%	
Medida D ₃ VIM	Expuestos	0,9	0,2	24,5%	0,812
	No Expuestos	0,9	0,2	25,5%	
Medida D ₅ VIM	Expuestos	0,9	0,2	24,9%	0,989
	No Expuestos	0,9	0,2	26,3%	

Desviación estandar (Desv. Est.) Coeficiente de variación (CV). Índice de masa corporal (IMC). Recto femoral (RF). Vasto intermedio (VIM). Día cero (Do). Día tres (D3). Día cinco (D5). Día 7 (D7).

Tabla 1 continuación. Descripción de las variables antropométricas, nutricionales y clínicas

Variable	Grupo	Media	Desv. Est.	CV (%)	Comparación de medias entre expuestos y no expuestos P-valor
Medida D ₇ VIM	Expuestos	0,8	0,2	26,7%	0,832
	No Expuestos	0,8	0,2	28,0%	
Días ventilación mecánica	Expuestos	4,3	5,7	133,3%	0,892
	No Expuestos	4,1	5,4	130,4%	
Días de sedación	Expuestos	3,5	5,1	144,5%	0,811
	No Expuestos	3,2	4,1	127,6%	
Días de analgesia	Expuestos	4,4	4,8	109,6%	0,356
	No Expuestos	4,9	4,7	96,0%	
Días líquidos endovenosos	Expuestos	3,8	4,6	122,2%	0,552
	No Expuestos	3,6	2,6	72,1%	
Días de vasoactivo	Expuestos	1,3	3,2	246,8%	0,104
	No Expuestos	1,4	1,7	121,7%	
Promedio glucometrías	Expuestos	127,9	33,1	25,9%	0,847
	No Expuestos	125,5	20,6	16,4%	

Desviación estandar (Desv. Est.) Coeficiente de variación (CV). Índice de masa corporal (IMC). Recto femoral (RF). Vasto intermedio (VIM). Día cero (Do). Día tres (D3). Día cinco (D5). Día 7 (D7).

No se encontró dependencia entre el grupo (expuesto y no expuesto) de pacientes y las demás variables de tipo cualitativo, lo que indica que ambos conjuntos de personas iniciaron la investigación en condiciones iguales para estas variables, que su tratamiento fue homogéneo y que en las escalas RASS, SOFA y APACHE II, no se diferencian.

Para las variables cuantitativas primero se determina si las mismas presentan una distribución normal, encontrándose que la mayoría no cumple con este supuesto, por lo que la comparación de las medias entre los grupos expuesto y no expuesto se realiza utilizando la U de mann-Whitney (tabla 1).

Con respecto a la comparación de medias o medianas, en la tabla 1, se aprecia que ambos grupos de pacientes cuando iniciaron la investigación fueron estadísticamente iguales en su peso, talla, IMC y edad, así mismo, fueron estadísticamente iguales en las medidas del grosor del músculo recto femoral en los días 0, 3, 5 y 7; el grosor del músculo vasto intermedio para los días 0, 3, 5 y 7; el promedio de valor de glucometrías y los tiempos de ventilación mecánica, sedación, analgesia, líquidos endovenosos y vasoactivos. Pero el por-

centaje de meta calorías logrado y porcentaje de meta proteica fueron estadísticamente inferiores en el grupo expuesto, así como el déficit calórico fue significativamente superior en ese grupo (P valores < 0,0001 para los tres porcentajes), encontrando que no hay diferencia estadística en la pérdida de masa muscular medida en el músculo recto femoral entre el grupo de expuestos y no expuestos.

Se quiso determinar adicionalmente en el grupo de pacientes con mayor pérdida de masa muscular evidenciado por un menor grosor del músculo recto femoral en el día 7, cuáles fueron los motivos de ingreso a la unidad y comorbilidades asociadas más comunes, encontrando que este grupo de pacientes presentaron gran variedad de motivos de ingreso al hospital, así como de enfermedades de base (tabla 2), lo que no permite determinar dependencia entre la medida y las variables en cuestión.

Así mismo, se encontró, que los pacientes con menor grosor del músculo recto femoral en el día 7, fueron clasificados en general en la escala APACHE II como "Leve", en la escala SOFA como "Severos" o "Moderados", y en la RASS con valores entre -5 y 0 (tabla 3). Lo que evidencia la gran heterogeneidad de

Tabla 2. Motivo de ingreso y comorbilidades de las personas con menor medida del músculo recto femoral al día 7

Motivo de ingreso	Comorbilidades	Medida D7 RF (cm)
Urgencia dialítica	Diabetes mellitus	0,41
Sepsis de origen biliar	Hipertensión arterial, enfermedad pulmonar obstructiva no estadiada	0,42
Pop de recambio valvular aortico	Hipertensión arterial, insuficiencia cardiaca valvular, sincope de origen cardiogenico	0,44
Descompensacion metabolica	Hipertensión arterial, diabetes mellitus	0,48
Estatus epileptico	Hipertensión arterial, epilepsia postraumatica, síndrome demencial.	0,48
Herniorrafia diafragmatica	Hipertensión arterial, diabetes mellitus ii	0,49
Aneurisma de carotida derecha	Hipertensión arterial, epoc, ivc, artrosis	0,54
Estado hiperosmolar hiperglicemico	Hipertensión arterial, diabetes mellitus, esquizofrenia	0,54
Drenaje de hematoma subdural	Hipertensión arterial, disección de aorta ascendente, enfermedad renal crónica, fibrilacion auricular	0,54
Accidente cerebro vascular	Ninguna	0,55
Sepsis de origen abdominal	Ninguna	0,56
Hemoneumotorax, por herida penetrante de torax por arma blanca	Consumo de sustancias sicoactivas	0,56
Ostruccion intestinal	Hipertensión arterial, síndrome de colon irritable, osteoporosis	0,56
Pancreatitis aguda	Hipertensión arterial, diabetes mellitus	0,57
Choque hemorragico, secundario a prostatectomia	Hipertensión arterial, déficit cognitivo leve- moderado, hiperplasia próstática	0,58
Dolor abdominal cronico reagudizado, neumonia multilobar	Hipertensión arterial	0,60
Bloqueo av completo	Hipertensión arterial, migraña, artritis reumatoidea	0,60
Focalizacion neurológica, secundaria a malformacion av pontina	Ninguna	0,60

Recto femoral (RF). Día 7 (D7). Auriculoventricular (av). Centímetros (cm).

este grupo de pacientes con respecto a este tipo de variables, siendo imposible en este caso determinar la relación entre gravedad y pérdida de masa muscular.

DISCUSIÓN

La pérdida de masa muscular en contexto de cuidados intensivos es un hallazgo común, de origen multifactorial y se relaciona con desenlaces fuertes en cuanto días de estancia en UCI, días de estancia hospitalaria, duración de la ventilación mecánica y mortalidad. Esta pérdida a su vez está asociada a mecanismos de autofagia, pérdida de movilidad, y subnutrición^{4,7}.

El requerimiento nutricional del paciente crítico puede establecerse por fórmula del pulgar o por ecuaciones estimativas, para cualquiera de los casos, se establece como meta calórica el 100% de lo estimado que requiere el paciente, para lo cual, las guías ESPEN de cuidado crítico, recomiendan un cálculo calórico de 25 cal/kg.

La subnutrición se determina cuando el suministro calórico está por debajo del 70% del requerimiento nutricional del paciente y solo se recomienda hasta el tercer día de hospitalización en UCI, para luego llegar al cumplimiento de metas o 100% de lo calculado en la primera semana, razón por la cual, las guías ESPEN han indicado como meta calórica el suministro

Tabla 3. Escala RASS, SOFA y APACHE II de las personas con menor medida del músculo recto femoral al día 7

RASS	SOFA	APACHE II	MEDIDA D7 RF (cm)
0	Severa	Leve	0,41
0	Severa	Leve	0,42
0	Moderada	Leve	0,44
0	Severa	Leve	0,48
-2	Severa	Leve	0,48
-3	Moderada	Leve	0,49
-3	Severa	Leve	0,54
-5	Severa	Leve	0,54
0	Moderada	Leve	0,54
-4	Severa	Leve	0,55
0	Severa	Leve	0,56
0	Severa	Leve	0,56
-1	Severa	Leve	0,56
-4	Severa	Moderada	0,57
-1	Severa	Leve	0,58
0	Severa	Leve	0,60
0	Moderada	Leve	0,60
0	Leve	Leve	0,60

Recto femoral (RF). Día 7 (D7). Acute Physiology and Chronic Health disease Classification System II (APACHE II). Sequential Organ Failure Assessment Score (SOFA). Richmond Agitation-Sedation Scale (RASS). Centímetros (cm).

entre el 70% y 80% de lo calculado, dada la dificultad de un suministro total, básicamente por suspensiones debido a procedimientos y exámenes, intolerancia gastrointestinal, y terapias específicas. Por otro lado, en cuanto a la proteína se recomienda un aporte de 1,3 gr/kg de peso. El suministro por debajo del 70% en cuanto a requerimiento calórico y de proteína, conlleva aumento de malnutrición y, por consiguiente, pérdida de masa muscular⁴.

Estos hallazgos son concordantes con otros estudios como el de Valls-Matarín et al.¹⁷, en el cual se incluyeron 68 pacientes, a quienes les fue evaluado el consumo calórico y la medición ecográfica del recto femoral, entre otras variables, encontrando que este músculo es el que más atrofia presenta en el paciente crítico al comparar con otros grupos muscula-

res, lo cual estuvo acompañado de aportes nutricionales promedio de 16 cal/kg día, indicando un 64% de la meta calórica en los pacientes críticos evaluados. Adicionalmente, se confirmó una pérdida de masa muscular significativa entre el día 1 y el día 7, que corresponde a 20%, que oscila entre el 10 y 21%, dependiente de metodología utilizada en términos de seguimiento, grupo muscular e instrumento de medida.

Los hallazgos descritos concuerdan con estudios previos como el de Puthuchery⁸, en el cual, a 73 pacientes evaluados se les determinó la pérdida muscular a través de la medición de ultrasonido del recto femoral los días 1, 3, 7 y 10, de estancia en UCI, encontrando que la pérdida de masa muscular se produjo de manera temprana y rápida durante la primera semana.

De igual forma, Llano-Diez M.¹⁸, en siete pacientes profundamente sedados y ventilados sometidos a carga mecánica pasiva unilateral durante 10 horas por día (2,5 horas, cuatro veces) durante 9 ± 1 días. evidenció que independientemente de la terapia física hay pérdida de masa muscular medida por ultrasonografía y biopsias musculares del tibial anterior en la primera semana de estancia en UCI, aunque un 35% menos en el grupo con terapia pasiva frente a su ausencia. Autores como Poulsen JB. et al.¹⁹, encontraron en ocho pacientes ventilados y con choque séptico en UCI, a quienes se les aplicó estimulación muscular eléctrica transcutánea en el lado de la intervención durante 7 días consecutivos y durante 60 minutos por día.

Se evidenció que todos los pacientes tuvieron una marcada disminución del volumen del cuádriceps dentro de la primera semana de cuidados intensivos, esta pérdida de masa muscular no se vio afectada por la estimulación muscular eléctrica transcutánea aplicada durante 60 minutos al día durante 7 días, todos los pacientes se sometieron a tomografías computarizadas de ambos muslos inmediatamente antes y después del período de tratamiento de 7 días.

El presente estudio incluyó grupos etarios entre edades mínimas de 17 años y máximas de 90 años, lo cual corresponde a un amplio intervalo de edades, encontrando una mayor masa muscular al ingreso en pacientes de menor edad y masa muscular a mayor edad, sin embargo, no se encontraron factores claros que pueden influir en dicha pérdida, como se estable en otros estudios que asocian una mayor pérdida de masa muscular en el paciente anciano²⁰. Por lo que sería de gran utilidad tener en cuenta para futuros estudios, grupos etarios preespecificados (jóvenes, adultos, ancianos) con el fin de buscar posibles asociaciones entre la pérdida de masa muscular, deuda calórica y la edad.

Se incluyeron un mayor número de hombres con respecto al de mujeres y no se encontró literatura donde se establezcan diferencias por género. De igual forma no se encontraron diferencias entre el estado nutricional al ingreso y la pérdida de masa muscular durante la estancia, evidenciando de

manera uniforme una pérdida de masa muscular gradual con un comportamiento homogéneo en todos los pacientes analizados, lo que podría atribuirse al hecho de su ingreso a UCI, inmovilización y estancia prolongada, características comunes en los pacientes críticamente enfermos. Condicionando todo lo anterior un efecto perjudicial para el sistema muscular independientemente del estado nutricional y de salud previo, tal como muestra en su estudio Mulder et al.²¹.

No se encontró relación entre el porcentaje de pérdida de masa muscular, sin embargo, algunos estudios lo catalogan como predictor de pérdida de masa muscular¹⁷ y otros se oponen a una relación causal como lo describe una revisión liderada por Puthuchery²². En nuestro caso sólo un paciente recibió relajante muscular por un periodo total de 8 días, lo que limita realizar un análisis de asociación entre variables.

La relación entre la pérdida de masa muscular y el aporte nutricional preciso y adecuado, es uno de los principales objetivos a determinar en investigaciones futuras. Reducir la incidencia de discapacidad funcional mediante intervenciones nutricionales puede ser muy promisorio.

El aporte insuficiente de proteínas constituye un factor importante de la debilidad adquirida en la UCI. En el entorno de cuidados intensivos, el requerimiento diario recomendado de proteínas está entre 1,2 y 2,0 g / kg / día^{4,9}, pero este objetivo rara vez se alcanza en la práctica diaria⁵. El presente estudio evidenció que sólo el 43,6 % de los pacientes alcanzó la meta proteica recomendada. Siendo el porcentaje de meta calorías logrado y porcentaje de meta proteica estadísticamente inferiores en el grupo expuesto, así como el déficit calórico fue significativamente superior en ese grupo (P valores < 0,0001 para los tres porcentajes). No se encontró una correlación entre la deficiencia o deuda calórica y la pérdida de masa muscular durante la primera semana evaluada que corresponde al desenlace primario del estudio. En la búsqueda de la literatura realizada, no se encontraron artículos que evalúen la asociación entre déficit calórico y pérdida de masa muscular. La mayoría de los estudios que hacen referencia a temas afines a la presente investigación, han buscado evaluar el soporte nutricional en relación a otras variables pronósticas como los son tiempo de ventilación mecánica o estancia prolongada en UCI, entre otras, concluyendo que los pacientes críticamente enfermos que reciben un aporte calórico $\geq 70\%$ en las primeras 72 horas de hospitalización no presentan mejores resultados a corto plazo ni al año, como es el caso del estudio de Couto C. et al.²³, objetivos de investigación diferentes a los planteados en nuestro estudio.

No obstante, un estudio realizado en pacientes críticos comparó un aporte de aminoácidos de 0,8 g / kg / día a 1,2 g / kg / días administrados por nutrición parenteral. Encontrando que un mayor suministro de aminoácidos se asoció con un grosor significativamente mayor del músculo del antebrazo evaluado por ultrasonido²⁴. Por tanto, sería

apropiado realizar estudios futuros de la relación entre la pérdida muscular, evaluada con el recto femoral y la ingesta diaria de proteínas.

Varios autores han indicado que los pacientes supervivientes de la UCI pueden sufrir un deterioro funcional a largo plazo y una degradación de la calidad de vida^{13,25,26}, razón por la cual, la corta observación en la UCI puede no ser suficiente. Y la evaluación prolongada de la pérdida de masa muscular más allá de la estancia en la UCI puede indicar determinantes sobre la cronología del desgaste muscular y sobre las posibles opciones terapéuticas a nuestra disposición para optimizar la salud muscular²⁷⁻³⁰.

Para finalizar, es sustancial resaltar la importancia de este estudio, la cual se centra en establecer la asociación entre la deuda calórica y la pérdida de masa muscular medida mediante ultrasonografía en pacientes adultos hospitalizados en UCI, pudiendo sugerir como una opción de evaluación objetiva, no invasiva, de fácil acceso y costo efectiva, los grupos musculares definidos de forma seriada y reproducible en el tiempo, para determinar la presencia o no de detrimento del musculo cuádriceps en relación con el cumplimiento de la meta nutricional en individuos que tienen como característica común un alto catabolismo proteico.

Las fortalezas en este estudio incluyen el adecuado tamaño de la muestra obtenida, lo que permite hacer conclusiones objetivas sobre la situación encontrada. De igual forma al contar con un solo examinador usando el equipo de ultrasonografía, permite disminuir el error en el resultado.

Las limitaciones del estudio se enfocan al tiempo de seguimiento de las mediciones, las cuales se limitan a la primera semana de estancia en UCI. Quedando una enorme franja de tiempo posterior por cubrir para una mejor comprensión de la pérdida de masa muscular.

Los resultados obtenidos en esta investigación deben servir de referencia para futuras investigaciones que permitan evaluar por más tiempo el grosor del músculo e iniciar oportunamente intervenciones nutricionales y multidisciplinarias para disminuir el impacto sobre el estado nutricional y la masa muscular se sugieren a partir de este estudio. Dado que estos factores determinan en gran parte los futuros desenlaces en términos de sobrevida, rehabilitación y funcionalidad de los pacientes de UCI.

CONCLUSIONES

En la población objeto de estudio el grosor muscular disminuyó en más de un 20% durante la primera semana en la UCI y no se encontró en este periodo de tiempo una asociación con deuda calórica. Por consiguiente, teniendo en cuenta que la atrofia muscular es un hallazgo común en pacientes hospitalizados en UCI, la cual se asocia con mayor mortalidad y tiempo de recuperación, afectando la calidad de

vida, la presente investigación concluye que la evaluación ecográfica del grosor del cuádriceps como una herramienta útil para evaluar la pérdida de masa muscular en pacientes críticamente enfermos y se constituye en un método de evaluación válido de pérdida de masa muscular, como criterio fenotípico para el diagnóstico de la desnutrición según criterios GLIM, y a su vez en una herramienta para evaluar la relación de la recuperación de la masa muscular y aporte nutricional del paciente luego de la primer semana de estancia en UCI y post UCI.

FINANCIAMIENTO

Para el desarrollo del presente artículo la financiación empleada fue de fuentes propias de los autores. El presente estudio no tuvo financiación de otras fuentes.

AGRADECIMIENTOS

Los investigadores, en el marco del desarrollo de la presente investigación, agradecen el apoyo del grupo de investigación del Hospital Santa Sofía de Caldas, y del Dr. Campo Elías Castillo, Radiólogo del hospital, al cual queremos agradecerles.

REFERENCIAS

- 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;2017:1-5. DOI: 10.1155/2017/2767232
- Formenti P, Umbrello M, Coppola S, Froio S, Chiumello D. Clinical review: peripheral muscular ultrasound in the ICU. *Ann Intensive Care*. 2019;9(1):57. DOI: 10.1186/s13613-019-0531-x
- Hadda V, Kumar R, Khilnani GC, Kalaivani M, Madan K, Tiwari P, et al. Trends of loss of peripheral muscle thickness on ultrasonography and its relationship with outcomes among patients with sepsis. *J Intensive Care*. 2018;6:81. DOI: 10.1186/s40560-018-0350-4
- Singer P, Blaser AR, Berger MM, Alhazzani W, Calder PC, Casaer MP, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. *Clin Nutr*. 2019;38(1):48-79. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.08.037
- Tourel C, Burnol L, Lanoiselé J, Molliex S, Viallon M, Croisille P, et al. Reliability of standardized ultrasound measurements of quadriceps muscle thickness in neurological critically ill patients: a comparison to computed tomography measures. *J Rehabil Med*. 2020;52(3):jrm00032. DOI: 10.2340/16501977-2638
- Pirlich M, Schütz T, Norman K, Gastell S, Lübke HJ, Bischoff SC, et al. The German hospital malnutrition study. *Clin Nutr*. 2006;25(4):563-572. DOI: 10.1016/j.clnu.2006.03.005
- Stoppe C, Preiser JC, Heyland D. How to achieve nutrition goals by actual nutrition guidelines. *Crit Care*. 2019;23(1):216. DOI: 10.1186/s13054-019-2502-x
- 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
- Kumar R, Shah TH, Hadda V, Tiwari P, Mittal S, Madan K, et al. Assessment of quadriceps muscle thickness using bedside ultrasonography by nurses and physicians in the intensive care unit: Intra- and inter-operator agreement. *World J Crit Care Med*. 2019;8(7):127-134. DOI: 10.5492/wjccm.v8.i7.127
- Özdemir U, Özdemir M, Aygencel G, Kaya B, Türkoğlu M. The role of maximum compressed thickness of the quadriceps femoris muscle measured by ultrasonography in assessing nutritional risk in critically-ill patients with different volume statuses. *Rev Assoc Med Bras*. 2019;65(7):952-958. DOI: 10.1590/1806-9282.65.7.952
- Reid CL, Campbell IT, Little RA. Muscle wasting and energy balance in critical illness. *Clin Nutr*. 2004;23(2):273-280. DOI: 10.1016/S0261-5614(03)00129-8
- Gruther W, Benesch T, Zorn C, Paternostro-Sluga T, Quittan M, Fialka-Moser V, et al. Muscle wasting in intensive care patients: ultrasound observation of the M. quadriceps femoris muscle layer. *J Rehabil Med*. 2008;40(3):185-189. DOI: 10.2340/16501977-0139
- Hernández-Socorro C, Saavedra P, López-Fernández J, 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
- Ferrie S, Tsang E. Monitoring Nutrition in Critical Illness: What Can We Use? *Nutr Clin Pract*. 2018;33(1):133-146. DOI: 10.1177/0884533617706312
- Paris MT, Lafleur B, Dubin JA, Mourtzakis M. Development of a bedside viable ultrasound protocol to quantify appendicular lean tissue mass. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2017;8(5):713-726. DOI: 10.1002/jcsm.12213
- Mittal S, Hadda V, Khilnani GC, Dhunguna A, Khan MA. Intra- and Inter-Observer Reliability of Quadriceps Muscle Thickness Measured with Bedside Ultrasonography by Critical Care Physicians. *Indian J Crit Care Med*. 2017;21(7):448-452. DOI: 10.4103/ijccm.IJCCM_426_16
- Valls-Matarín J, del Cotillo-Fuente M, Grané-Mascarell N, Quintana S. Variation of muscle mass and weight in critical patient. *Enferm Intensiva*. 2015;26(3):86-91. DOI: 10.1016/j.enfi.2015.05.001
- Llano-Diez M, Renaud G, Andersson M, Marrero HG, Cacciani N, Engquist H, et al. Mechanisms underlying ICU muscle wasting and effects of passive mechanical loading. *Crit Care*. 2012;16(1):R209. DOI: 10.1186/cc11841
- Poulsen JB, Møller K, Jensen CV, Weisdorf S, Kehlet H, Perner A. Effect of transcutaneous electrical muscle stimulation on muscle volume in patients with septic shock. *Crit Care Med*. 2011;39(3):456-461. DOI: 10.1097/CCM.0b013e318205c7bc
- Chapela S, Martinuzzi A. Pérdida de masa muscular en el paciente críticamente enfermo: ¿Caquexia, sarcopenia y/o atrofia? Impacto en la respuesta terapéutica y la supervivencia. *RCAN*. 2018;28(2):393-416.
- Mulder ER, Stegeman DF, Gerrits KHL, Paalman MI, Rittweger J, Felsenberg D, et al. Strength, size and activation of knee extensors followed during 8 weeks of horizontal bed rest and the influence of a countermeasure. *Eur J Appl Physiol*. 2006;97(6):706-715. DOI: 10.1007/s00421-006-0241-6

22. Puthuchery Z, Rawal J, Ratnayake G, Harridge S, Montgomery H, Hart N. Neuromuscular blockade and skeletal muscle weakness in critically ill patients: time to rethink the evidence? *Am J Respir Crit Care Med*. 2012;185(9):911-917. DOI: 10.1164/rccm.201107-1320OE
23. Lopes Couto CF, Dariano Â, Texeira C, Silva CH da, Torbes AB, Friedman G. Adequacy of enteral nutritional support in intensive care units does not affect the short- and long-term prognosis of mechanically ventilated patients: a pilot study. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2019;31(1):34-38. DOI: 10.5935/0103-507X.20190004
24. 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
25. Weinel LM, Summers MJ, Chapple LA. Ultrasonography to measure quadriceps muscle in critically ill patients: A literature review of reported methodologies. *Anaesth Intensive Care*. 2019;47(5):423-434. DOI: 10.1177/0310057X19875152
26. Katari Y, Srinivasan R, Arvind P, Hiremathada S. Point-of-Care Ultrasound to Evaluate Thickness of Rectus Femoris, Vastus Intermedius Muscle, and Fat as an Indicator of Muscle and Fat Wasting in Critically Ill Patients in a Multidisciplinary Intensive Care Unit. *Indian J Crit Care Med*. 2018;22(11):781-788. DOI: 10.4103/ijccm.IJCCM_394_18
27. Toledo DO, Silva DC de LE, Santos DMD, Freitas BJ de, Dib R, Cordioli RL, et al. Bedside ultrasound is a practical measurement tool for assessing muscle mass. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2017;29(4):476-480. DOI: 10.5935/0103-507X.20170071
28. Chiaramonte R, Bonfiglio M, Castorina EG, Antoci SAM. The primacy of ultrasound in the assessment of muscle architecture: precision, accuracy, reliability of ultrasonography. *Physiatrist, radiologist, general internist, and family practitioner's experiences*. *Rev Assoc Med Bras (1992)*. 2019;65(2):165-170. DOI: 10.1590/1806-9282.65.2.165
29. 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
30. Paris M, Mourtzakis M. Assessment of skeletal muscle mass in critically ill patients: considerations for the utility of computed tomography imaging and ultrasonography. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2016;19(2):125-130. DOI: 10.1097/MCO.0000000000000259