

Ultrasonografía del musculoesquelético como valoración nutricional en el paciente crítico

Damián Gutiérrez Zárate,* Karina Rosas Sánchez,* Ulises Cerón Díaz,* Carlos Limbert Sagardia,* Ricardo Martínez Zubieta*

RESUMEN

Introducción: El paciente crítico se caracteriza por una respuesta catabólica aumentada de origen multifactorial, la cual incrementa la pérdida muscular. El ultrasonido a la cabecera del paciente es una herramienta útil para medir el desgaste muscular, evaluar y dar seguimiento nutricional.

Material y métodos: Estudio prospectivo y descriptivo con una intervención diagnóstica de bajo riesgo. Se realizaron mediciones del grosor del músculo cuádriceps de una muestra de 20 pacientes consecutivos, se dividieron dos grupos, el grupo 1 con 11 pacientes que tuvieron desgaste muscular representado en porcentaje y en el grupo 2 nueve pacientes sin desgaste muscular.

Resultados: En el análisis univariado sólo se observó diferencia entre ambos grupos en el día en que se lograron las metas de nutrición, fue tardío en el grupo de pacientes con desgaste muscular (5 [5-5.5, IC 95%] y 3 [2.5-5, IC 95%] con $p = 0.02$). En el análisis multivariado se corrobora la misma asociación, pero sin significancia estadística (RM 10.8 [0.93-125-68, IC 95%]). En el análisis de correlación se encontró una relación inversa entre el puntaje de SOFA y el porcentaje de desgaste muscular ($r = -0.48$ y $r^2 = 0.23$).

Conclusiones: El estudio reveló una posible asociación entre la presencia de desgaste muscular en el paciente crítico y el retraso en alcanzar las metas de nutrición. Y una relación inversa entre el valor del puntaje de SOFA y el porcentaje de pérdida muscular.

Palabras clave: Ultrasonido, evaluación nutricional, desgaste muscular, enfermedad crítica.

SUMMARY

Introduction: The critically ill patient is characterized by an increases catabolic response with multifactorial origin, which increases muscle loss. Ultrasound at the bedside is a useful tool for measuring muscle wasting, and assess nutritional goals.

Material and methods: A prospective study with a low risk diagnostic intervention. We measure the thickness of the quadriceps muscle of a sample of 20 consecutive patients. Two groups were divided, in group 1 with 11 patients who had muscle wasting represented in percentage and group 2 with 9 patients without muscle wasting.

Results: In univariate analysis only difference was found between the two groups on the day they were achieved nutrition goals, and was late for the group of patients with muscle wasting (5 [5-5.5; 95%] and 3 [2.5-5, 95% CI] $p = 0.02$). In multivariate analysis corroborates the same association, but without statistical significance (RM 10.8 [0.93-125-68, 95% CI]). For the correlation analysis an inverse relationship between SOFA score and the percentage of muscle wasting ($r = -0.48$ and $r^2 = 0.23$) was found.

Conclusions: In the study a possible association was met between the presence of muscle wasting in critically ill patients and delay in achieving nutrition goals. And inverse relationship between the value of SOFA score and the percentage of muscle loss.

Key words: Ultrasound, nutrition assessment, muscle wasting, critical illness.

RESUMO

Introdução: O paciente crítico se caracteriza por um aumento da resposta catabólica multifatorial, o que aumenta a perda de massa muscular. O ultra-som à beira do leito é uma ferramenta útil para medir a perda de massa muscular, avaliar e dar monitoramento nutricional.

Material e métodos: Estudo prospectivo descritivo com uma intervenção diagnóstica de baixo risco. Realizaram-se medições da espessura do músculo quadríceps de uma amostra de 20 pacientes consecutivos, foram divididos em dois grupos, grupo 1 com 11 pacientes que tiveram perda de massa muscular representada em porcentagem e no grupo 2 com 9 pacientes sem perda de massa muscular.

Resultados: A análise univariada só encontrou diferença entre os dois grupos no dia em que foram alcançadas as metas nutricionais, foi tardio para o grupo de pacientes com perda de massa muscular (5 [5-5.5, IC 95%] e 3 [2.5-5, IC 95%] com $p = 0.02$). A análise multivariada comprova a mesma associação, mas sem significado estatístico (RM 10.8[0.93-125-68, IC 95%]). Para a análise

de correlação encontrou-se uma relação inversa entre SOFA score e a percentagem de perda de massa muscular ($r = -0.48$ e $r^2 = 0.23$).

Conclusões: Encontrou-se uma possível associação entre a presença da perda de massa muscular em pacientes críticos e o atraso em lograr as metas de nutrição. E relação inversa entre o valor SOFA score e a percentagem da perda de massa muscular.

Palavras-chave: Ultra-som, avaliação nutricional, perda de massa muscular, doença crítica.

INTRODUCCIÓN

El paciente en estado crítico se caracteriza por un metabolismo de estrés catabólico en el que presenta una respuesta inflamatoria sistémica asociada a complicaciones de morbilidad infecciosa, disfunción orgánica múltiple y hospitalización prolongada. El metabolismo de estrés es una respuesta generalizada en la cual energía y sustratos son metabolizados para mantener la respuesta inflamatoria, la función inmunitaria y reparar tejidos. Esta movilización de energía y sustratos se genera a expensas de masa corporal magra. Lo anterior resulta en una rápida disminución de la masa corporal magra que excede la asociada a reposo en cama o en simple inanición.¹ En el paciente crítico la mayor pérdida muscular (aproximadamente 17%) ocurre típicamente en los primeros 10 días de ingreso a la Unidad de Terapia Intensiva (UTI) y estas pérdidas se incrementan por la severidad de la enfermedad. La pérdida muscular puede ser atenuada o incluso revertida con un adecuado soporte nutricional.^{2,3}

Por otra parte, es importante determinar el riesgo nutricional en todos los pacientes que ingresen a la UTI. Aquellos pacientes con alto riesgo nutricional son los que se beneficiarán de una terapia nutricional temprana y agresiva. El puntaje NUTRIC está diseñado para cuantificar el riesgo de desarrollo de eventos adversos que pueden modificarse con una terapia nutricional agresiva.^{4,5} Marcadores séricos tradicionales como albúmina, prealbúmina, transferrina y proteína unida a retinol se modifican debido a la respuesta aguda de la enfermedad por incremento de la permeabilidad vascular y alteraciones en la síntesis proteica y por tanto, no representan un estado nutricional del paciente en la UTI. Otros marcadores como calcitonina, proteína C reactiva, IL-1, el factor de necrosis tumoral, IL-6 y citrulina se encuentran bajo investigación para utilizarse como marcadores.³

El balance nitrogenado es un parámetro que se utiliza en forma rutinaria en la UTI para monitorizar el soporte nutricional. La meta ideal es un balance nitrogenado positivo, pero minimizar el déficit de nitrógeno en el enfermo crítico es probablemente más realista cuan-

* Hospital Español de México.

Recepción: 15/09/2016. Aceptación: 28/06/2017.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/medicinacritica>

do se considera el hecho de que la proteólisis del musculoesquelético tal vez exceda la síntesis de proteínas relacionada con el metabolismo de estrés.⁶

El valor del ultrasonido como herramienta en la valoración nutricional tiene cada vez más aceptación a través de la medición del musculoesquelético a la cabecera del paciente. La medición de la pérdida del grosor muscular se efectúa mediante un transductor lineal con ondas de sonido de alta frecuencia (1-10 MHz).² Estudios en pacientes críticos apoyan el uso del ultrasonido para valorar la masa corporal magra, además de evaluar los cambios de desgaste muscular secundarios a proteólisis y necrosis muscular evidenciados mediante biopsia de músculo.^{7,8}

En un estudio prospectivo Puthucherry y cols. demuestran mediante medición del grosor del recto femoral con ultrasonido y análisis histopatológico que la pérdida muscular se amplifica dependiendo de la severidad de la enfermedad en la primera semana de ingreso a la UTI. Los pacientes con falla orgánica de más de dos sistemas tenían una pérdida de 16% contra 3% con una sola falla orgánica. Sin embargo, no establece una relación directa con el estado nutricional de los pacientes.⁹

La técnica con mayor aceptación en los estudios clínicos para determinar la masa corporal magra mediante ultrasonido es medir el grosor del grupo muscular a nivel de la cara anterior del muslo con el paciente en decúbito supino. Existe preocupación por posibles alteraciones en la medición debido a la presencia de edema en tejido celular subcutáneo, pero algunos estudios ya han confirmado que se tiene una buena aproximación de la pérdida muscular al hacer la medición con máxima compresión del transductor.^{10,11} Varios estudios revelaron que el empleo del ultrasonido de músculo tiene una buena correlación con la masa corporal magra medida mediante tomografía computarizada ($r = 0.77$), por absorciometría con rayos X de doble energía (DXA) ($r = 0.80$) y resonancia magnética (RM) ($r = 0.87$).¹²⁻¹⁴ Esta técnica también ha demostrado una excelente confiabilidad en las mediciones intraobservador (coeficiente de correlación intraclases, ICC = 0.98 y coeficiente de variación, CV = 7%) e interobservador (ICC = 0.94, CV = 13%), incluso con personal sin experiencia previa en ultrasonografía.^{12,15}

Por lo tanto, este estudio se llevó a cabo con el fin de evaluar el porcentaje de desgaste muscular (PDM) del músculo cuádriceps por ultrasonido en modo-B con el objetivo primario de buscar una relación en el cumplimiento de las metas nutricionales y el balance nitrogenado. Por otra parte, como objetivos secundarios evaluar la relación del PDM con el puntaje NUTRIC, horas de ventilación mecánica invasiva (VMI), tiempo de estancia en la Unidad de Terapia Intensiva (UTI) y mortalidad en la UTI.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio de tipo prospectivo con una intervención diagnóstica de bajo riesgo. Se llevó a cabo en el Hospital Español de México en un periodo comprendido del 1 de abril a 31 de agosto de 2016. Se contó con la aprobación del Comité de Ética en Investigación del hospital. Se reclutaron pacientes consecutivos que cumplieran con los siguientes criterios de inclusión: 1) edad ≥ 18 años, 2) ambos sexos, 3) pacientes que ingresen a la UTI con tiempo de estancia en terapia esperado mayor de siete días, 4) pacientes en los cuales se inicie terapia de soporte nutricional, ya sea por vía enteral o parenteral. Los criterios de exclusión fueron: 1) moribundos que no se espera que sobrevivan, 2) pacientes con amputación supracondílea en miembros pélvicos, 3) pacientes con una patología que altera el musculoesquelético: miopatías inflamatorias, rabdomiólisis, *Miastenia gravis*, síndrome compartimental y celulitis en región anterior de muslo.

En los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión se midió el grosor del músculo cuádriceps (GMC) en forma seriada del día uno al día siete. Se recolectaron datos de tipo demográfico, escalas de gravedad como SOFA y SAPS III. Se dio seguimiento nutricional de los primeros siete días de estancia en la UTI, el registro de kilocalorías (kcal), gramos de proteínas y gramos de nitrógeno administrados por día, además de balance nitrogenado al día dos, cuatro y siete con medición del nitrógeno en orina de 24 horas.

Posteriormente se dividieron dos grupos. El grupo 1 incluyó los pacientes que tuvieron desgaste muscular medido en porcentaje y el grupo 2 incluyó pacientes que no tuvieron desgaste muscular.

Descripción de la técnica de medición del GMC por ultrasonografía

Se realizó la medición del GMC mediante ultrasonografía en escala de grises con un transductor lineal con la técnica validada en pacientes críticos y descrita en el estudio de Gruther et al. con un coeficiente de variación de 1.3%.¹⁶ Esta medición incluye el músculo vasto interno y recto femoral. Se coloca al paciente en posición supina con las piernas relajadas y en extensión. Con el transductor a 90 grados del muslo y en máxima compresión se realizan dos mediciones a diferente altura del muslo en ambas piernas y luego se calcula la media de las 4 mediciones. La primera lectura se efectúa en el punto medio de una línea trazada de la espina iliaca anterosuperior (EIAS) al borde superior de la rótula. La segunda lectura a nivel de la unión del tercio medio con el tercio inferior de una línea trazada de la EIAS al borde superior de la rótula (*Figuras 1 y 2*).

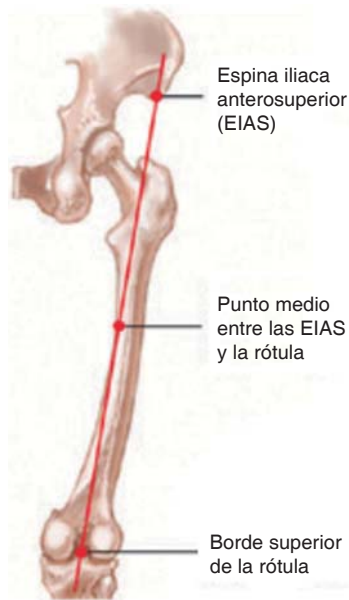


Figura 1. Representa la primera lectura del grosor muscular con ultrasonido que se realiza en el punto medio de una línea que va de la EIAS al borde superior de la rótula.

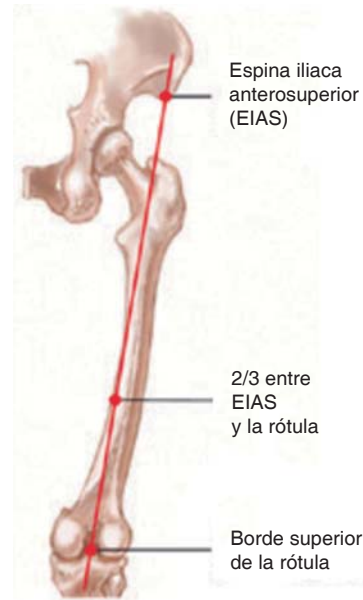


Figura 2. Representa la segunda lectura del grosor muscular que se realiza en la unión del tercio medio con el tercio inferior de una línea que va de la EIAS al borde superior de la rótula.

Análisis estadístico

Las medidas de resumen y dispersión en las variables continuas con distribución normal fueron media y desviación estándar (s) y en las de distribución no normal fueron mediana y rango intercuartílico. Para las variables categóricas se muestra el número de pacientes (*n*) y porcentajes (%). Para comparar las variables cuantitativas se utilizó la prueba *t* de Student (*t*) o la prueba *U* de Mann-Whitney, según el caso. En las variables categóricas se usó la prueba Chi cuadrada (χ^2) o el test exacto de Fisher. Aquellas variables que en el análisis univariado obtuvieron un valor de $p_\alpha \leq 0.2$ se incluyeron en un análisis multivariado de regresión logística. Se determinó que una variable se asociaba de manera independiente cuando se obtenía el valor de $p_\alpha \leq 0.05$. En los análisis de correlación se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman. El análisis estadístico se hizo con el software de IBM SPSS Statistics 22.

RESULTADOS

Se incluyó un total de 20 pacientes con mediada para edad de 75 (intervalo de confianza de 95% [IC 95%] 54.7-81). La mayor parte de la población fueron hombres con 75%. Con un índice de masa corporal (IMC) promedio de $28.2 \pm 5 \text{ kg/m}^2$. La media del puntaje de SOFA al ingreso fue de 4.9 ± 3.8 , puntaje de SAPS III una mediada de 53 (IC 95%, 44-68.25) y mediada de puntaje NUTRIC de 3 (IC 95%, 2-4). El diagnóstico

de ingreso más frecuente fue sepsis y choque séptico (30%). El tipo de nutrición inicial más frecuente fue la ruta enteral (65%). En el *cuadro I* se describen las características clínicas y demográficas de la muestra.

En la comparación por grupos, el grupo de pacientes con desgaste muscular representado por el PGM incluyó 11 pacientes y el grupo sin desgaste muscular incluyó 9. Se encontraron diferencias significativas entre los grupos en el día en que se logró la meta de nutrición establecida, en el grupo de pacientes con desgaste muscular fue más tardío en comparación con el grupo de pacientes sin desgaste muscular, 5 (IC 95%, 5-5.50) y 3 (IC 95%, 2.50-5) respectivamente con una $p = 0.02$.

En el análisis multivariado de regresión se incluyó el puntaje de SOFA, los gramos de proteína promedio administrados por día y el día en el que se lograron las metas de nutrición. Se observó una asociación entre la presencia de desgaste muscular y el día que se llegó a la meta nutricional con una razón de momios (RM) de 10.8 (IC 95%, 0.93-125.68) un valor de $p = 0.05$ (*Cuadro II*).

En el análisis de correlación se utilizó el balance nitrogenado acumulado al día dos y cuatro y el balance global de siete días en relación con el PDM, pero no se detectó una relación lineal (*Figuras 3 a 6*). Por otra parte, se hizo un análisis de correlación para el puntaje de SOFA y el PDM final que demostró una correlación inversa casi perfecta, en la que conforme aumentaba el puntaje de SOFA disminuía el grosor muscular al día siete en proporción constante.

Cuadro I. Descripción de las características demográficas de la población y análisis univariado de los grupos de estudio. Las variables continuas son representadas en medias y desviación estándar (\pm DE) y mediana con rango intercuartílico (IC 95%). Para variables categóricas se representan en números y porcentajes (n, %).

Características	Todos	Pacientes con desgaste muscular	Pacientes sin desgaste muscular	p
n	20	11	9	
Edad (años)	75 (54.7-81)	75 (48.5-78)	81 (60-88.5)	0.26
Sexo masculino, n (%)	15 (75)	10 (90.9)	5 (55.5)	0.69
Peso (kg)	78 (71-80)	80 (75-85)	75 (70-81.5)	0.71
IMC (kg/m ²)	28.2 \pm 5	27.6 \pm 5	29.8 \pm 5	0.18
SOFA al ingreso	4.9 \pm 3.8	6.1 \pm 3.5	3.33 \pm 4.09	0.08
SAPS III	53 (44-68.25)	54 (39-60)	50 (44-70.5)	0.33
Puntaje NUTRIC	3 (2-4)	2 (2-3.50)	4 (1.5-4.5)	0.37
Diagnóstico de ingreso, n (%)				0.07
Sepsis/choque séptico	6 (30)	1 (9.1)	5 (55.6)	
Neumonía	5 (25)	3 (27.3)	2 (22.2)	
EVC	4 (20)	4 (36.4)	0	
Isquémico/hemorrágico				
Pancreatitis aguda	2 (10)	2 (18.2)	0	
Trauma severo	2 (10)	1 (9.1)	1 (11.1)	
Sangrado de tubo digestivo	1 (5)	0	1 (11.1)	
Tipo de nutrición inicial, n (%)				0.24
Enteral	13 (65)	10 (90.9)	3 (33.3)	
Parenteral	5 (25)	1 (9.1)	4 (44.4)	
Mixta	2 (10)	0	2 (22.2)	
Porcentaje de desgaste muscular total	-9.1 \pm 16.6	-23.1 \pm 11	5.3 \pm 9.1	0.0001
Kcal promedio por día	939.7 \pm 367.9	857 \pm 321.2	935.4 \pm 421.9	0.96
Proteínas promedio por día (g)	55.4 (38.4-60.9)	60 (42.7-60.6)	38.4 (35.1-55.4)	0.06
Balance nitrogenado total (g)	-43.1 (-85.9 a -33.5)	-71.2 (-90.9 a -34.2)	-41 (-116.6 a -27.4)	0.60
Día en el que se logran metas de nutrición	5 (3.5)	5 (5-5.5)	3 (2.5-5)	0.02
Pacientes con VMI, n (%)	16 (80)	9 (81.8)	7 (77.8)	0.82
Tiempo de VMI (horas)	124.3 \pm 100.5	133.8 \pm 103	129.4 \pm 106.4	0.84
Tiempo de estancia en la UTI (días)	11 (7.2-13.7)	9 (7.5-14)	12 (9.5-14)	0.29
Mortalidad en la UTI, n (%)	2 (10)	2 (18.2)	0	0.17

Cuadro II. Análisis multivariado de regresión logística para variables asociadas a desgaste muscular.

Variable	RM	IC (95%)	p
SOFA	1.9	0.80-4.60	0.14
Proteínas promedio por día	1.04	0.97-1.10	0.20
Día en el que se logran metas de nutrición	10.8	0.93-125.68	0.05

RM = Razón de momios.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Nuestro estudio reveló una asociación en pacientes con desgaste muscular y el retraso en alcanzar los objetivos nutricionales, lo cual se corroboró mediante el análisis multivariado de regresión en el que se observó una fuerte asociación; sin embargo, el intervalo de confianza es amplio y rebasa la unidad, una razón probable puede ser el tamaño de muestra pequeña. El resto de parámetros iniciales como la cantidad promedio de aporte de kcal por día, gramos de proteína por día y el balance nitrogenado global no tuvieron una significancia estadística que explicara el desgaste muscular en los pacientes de este estudio. Los análisis de correlación con los balances nitrogenados acumulados en di-

ferentes días del seguimiento y el PDM no evidenciaron ninguna relación.

En el puntaje de SOFA no se encontró relación con el desgaste muscular, aunque el análisis univariado lo sugirió, posteriormente en el análisis multivariado no se obtuvo una significancia estadística. En cambio, en el análisis y gráficos de correlación se vio claramente una relación inversa con aumento del puntaje del SOFA y mayor pérdida muscular. Puthucherry y cols.⁸ ya habían observado una relación, a mayor número de fallas orgánicas aumenta el desgaste muscular, lo que podría explicarse como: cuanto más grave sea la enfermedad se genera un metabolismo catabólico y la proteólisis muscular es excedida.

Una limitante que hay que señalar en este estudio es el tamaño de la muestra que puede restringir las comparaciones. Es necesario un estudio con una muestra más grande que corrobore los hallazgos y busque asociaciones con las variables establecidas en la hipótesis, las cuales se obtuvieron con valores de límites de significancia.

En conclusión, la presente investigación reveló una posible asociación entre la presencia de desgaste muscular en el paciente crítico y el retraso en

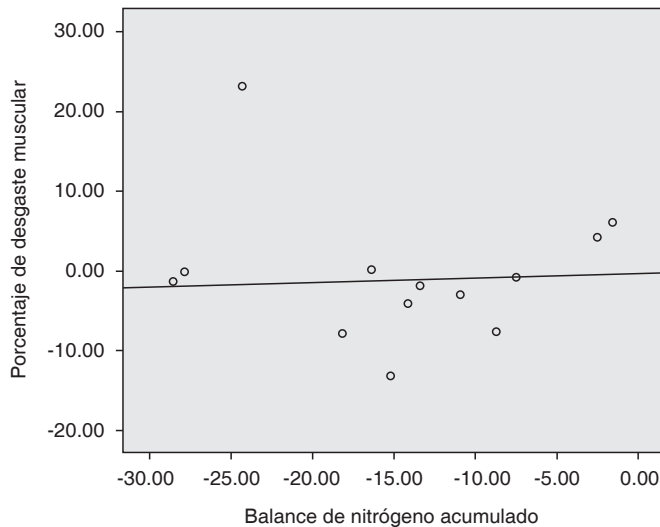


Figura 3. Gráfica de dispersión para correlación entre el balance nitrogenado acumulado al día dos y el porcentaje de desgaste muscular al día dos, con una $r^2 = 0.004$. En el análisis de correlación bivariada con una $r = 0.33$, valor de $p = 0.15$.

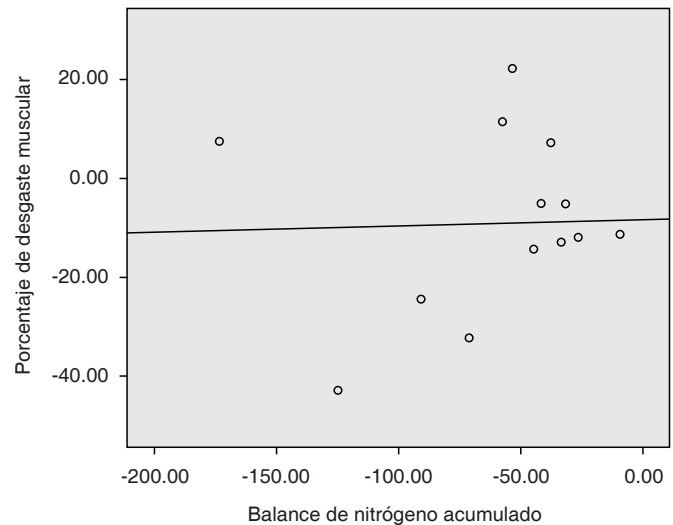


Figura 5. Gráfica de dispersión para correlación entre el balance nitrogenado acumulado al día siete y el porcentaje de desgaste muscular al día siete, valor de $r^2 = 0.001$. En el análisis de correlación bivariada con una $r = 0.07$, con una $p = 0.73$.

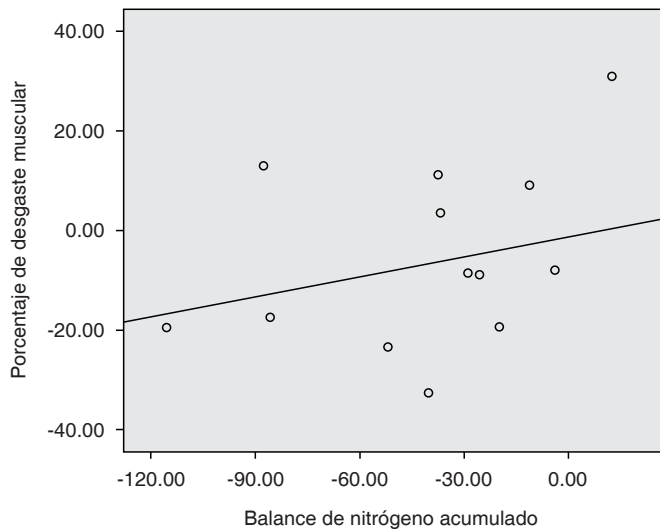


Figura 4. Gráfica de dispersión para correlación entre el balance nitrogenado acumulado al día cuatro y el porcentaje de desgaste muscular al día cuatro, con valor de $r^2 = 0.072$. En el análisis de correlación bivariada con una $r = 0.31$, valor de $p = 0.17$.

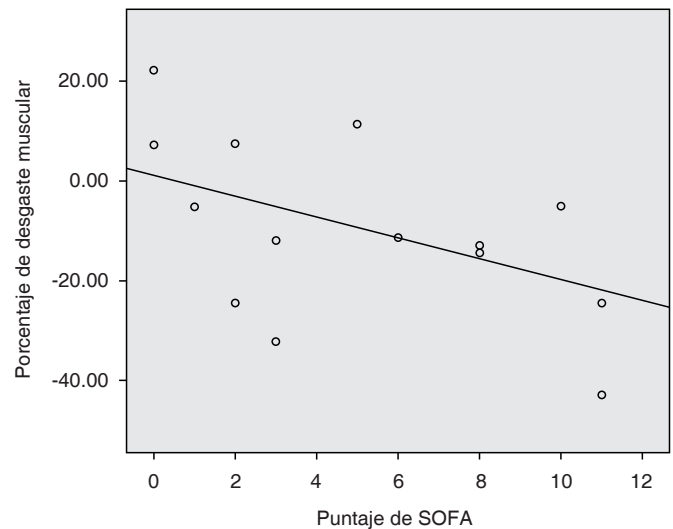


Figura 6. Gráfica de dispersión lineal para correlación entre el puntaje de SOFA y el porcentaje de desgaste muscular al día siete, valor de $r^2 = 0.23$. Para el análisis de correlación bivariada con una $r = -0.49$, con $p = 0.02$.

lograr las metas de nutrición, así como una relación inversa entre el valor de SOFA y el PDM. Lo anterior evidencia la importancia de identificar a los pacientes de alto riesgo de desnutrición, establecer y lograr en los tres primeros días los objetivos de la misma, sobre todo en pacientes con altos puntajes de SOFA, para limitar el desgaste muscular y posiblemente disminuir complicaciones. Asimismo, es esencial utilizar el ultrasonido muscular como herramienta complementaria en el seguimiento nutricional de los pacientes críticos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Costelli P, Baccino FM. Mechanisms of skeletal muscle depletion in wasting syndromes: Role of ATP-ubiquitin-dependent proteolysis. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2003;6:407-412.
2. Mourtzakis M, Wishmeyer P. Bedside ultrasound measurement of skeletal muscle. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2001;4:389-395.
3. McClave SA, Taylor BE, Martindale RG, Warren MM, Johnson DR, Braunschweig C, et al. Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN). *Crit Care Med*. 2016;44:390-438.

4. Heyland DK, Dhaliwal R, Jiang X, Day AG. Identifying critically ill patients who benefit the most from nutrition therapy: the development and initial validation of a novel risk assessment tool. *Crit Care*. 2011;15(6):R268.
5. Kondrup J, Allison P, Elia M, Vellas B, Plauth M; Educational and Clinical Practice Committee, European Society of Parenteral and Enteral Nutrition (ESPEN). ESPEN Guidelines for Nutrition Screening 2002. *Clin Nutr*. 2003;22:415-421.
6. Graves C, Saffle J, Morris S. Comparison of urine urea nitrogen collection times in critically ill patients. *Nutr Clin Pract*. 2005;20:271-275.
7. Connolly B, MacBean V, Crowley C, Lunt A, Moxham J, Rafferty GF, et al. Ultrasound for the assessment of peripheral skeletal muscle architecture in critical illness: a systematic review. *Crit Care Med*. 2015;43:897-905.
8. Puthucherry ZA, Phadke R, Rawal J, McPhail MJ, Sidhu PS, Rowleron A, et al. Qualitative ultrasound in acute critical illness muscle wasting. *Crit Care Med*. 2015;43:1603-1611.
9. Puthucherry ZA, Rawal J, McPhail M, Connolly B, Ratnayake G, Chan P, et al. Acute skeletal muscle wasting in critical illness. *JAMA*. 2013;310:1591-1600.
10. Abe T, Loenneke JP, Thibaud RS. Morphological and functional relationships with ultrasound measured muscle thickness of the lower extremity: a brief review. *Ultrasound*. 2015;23(3):166-173.
11. Campbell IT, Watt T, Withers D, England R, Sukumar S, Keegan MA, et al. Muscle thickness, measured with ultrasound, may be an indicator of lean tissue wasting in multiple organ failure in the presence of edema. *Am J Clin Nutr*. 1995;62:533-539.
12. Paris M, 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): a prospective multicenter study. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2017;41(2):171-180. doi: 10.1177/0148607116637852.
13. Berger J, Bunout D, Barrera G, de la Maza MP, Henriquez S, Leiva L, et al. Rectus femoris (RF) ultrasound for the assessment of muscle mass in older people. *Arch Gerontol Geriatr*. 2015;61(1):33-38.
14. Miyatani M, Kanehisa H, Ito M, Kawakami Y, Fukunaga T. The accuracy of volume estimates using ultrasound muscle thickness measurements in different muscle groups. *Eur J Appl Physiol*. 2004;91(2-3):264-272.
15. Tillquist M, Kutsogiannis DJ, Wischmeyer PE, Kummerlen C, Leung R, Stollery D, et al. Bedside ultrasound is a practical and reliable measurement tool for assessing quadriceps muscle layer thickness. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2014;38:886-890.
16. Gruther W, Benesch T, Zom 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.

Correspondencia:

Damián Gutiérrez Zárate
Hospital Español de México
Ejército Nacional Núm. 613,
Col. Granada,
Del. Miguel Hidalgo, 11520,
Ciudad de México.
Teléfono fijo: 5255 9600, ext. 1111-1112
Celular: 55 3032 99002
E-mail: dr.guzda@gmail.com