



Asociación entre el grosor del cuádriceps femoral medido por sonografía, ángulo de fase por bioimpedancia y parámetros bioquímicos convencionales para valorar el estado nutricional de los pacientes críticamente enfermos

Association between the thickness of the quadriceps femoris measured by sonography, phase angle by bioimpedance and conventional biochemical parameters to assess the nutritional status of critically ill patients

Associação entre espessura do quadríceps femoral medida por ultrassonografia, ângulo de fase por bioimpedância e parâmetros bioquímicos convencionais para avaliação do estado nutricional de pacientes em estado crítico

Héctor Alyhek Hernández Córdova,* Carlos Mauricio González Ponce,* Víctor Manuel Sánchez Nava,* Carlos Eduardo Chávez Pérez*

RESUMEN

Introducción: en los últimos años, ha sido bien reconocido y delimitado el impacto del estado nutricional en los desenlaces clínicos del paciente críticamente enfermo y la malnutrición se ha relacionado con una estancia hospitalaria prolongada, mortalidad y con aumento en los costos del sistema de salud. La evaluación del músculo esquelético ha demostrado ser un parámetro fiable para la determinación del estado nutricional del paciente y su relación con eventos clínicos adversos. La medición del grosor del cuádriceps femoral puede ser evaluada por ultrasonografía a la cabecera del paciente en la Unidad de Terapia Intensiva Adultos (UCIA), sin requerir su traslado, y someterlo a riesgos innecesarios asociados con las técnicas de imagen. Lo anterior lo convierte en una herramienta prometedora para ser utilizada en el contexto de la evaluación nutricional del paciente críticamente enfermo.

Objetivo: determinar la asociación entre los parámetros bioquímicos de nutrición convencionales con el grosor del cuádriceps femoral medido por ultrasonografía y el ángulo de fase por bioimpedancia en el paciente crítico.

Material y métodos: estudio prospectivo, observacional, comparativo, (analítico) longitudinal, de tipo cohorte. Se incluyeron a los pacientes a partir de su ingreso a la unidad de terapia intensiva adultos. Se realizó la medición del grosor del cuádriceps femoral por ultrasonido en cada extremidad del paciente al lado de la cama, así como el ángulo de fase por bioimpedancia eléctrica. Dichas mediciones se repitieron los días 1 y 7.

Resultados: se incluyeron 21 pacientes, con mediana de edad de 75 años (55-81.5); diez (47.6%) fueron mujeres y 11 (52.4%) hombres. Los pacientes tuvieron una mediana de puntuaje de APACHE II, SOFA y NUTRIC score de 12, 4 y 4 puntos, respectivamente. La mediana de grosor de cuádriceps anteroposterior (AP) y longitudinal (LL) en el día uno fue de 0.64 y 2.5 cm, respectivamente. En el día siete, fue de 0.58 y 2.1 cm, respectivamente. La mediana de ángulo de fase al día 1 y 7 fue de 3° y 2.9°, respectivamente. Al día uno, se encontró una asociación negativa moderada entre el grosor de cuádriceps AP y el puntuaje de SOFA ($r = -0.436$, $p = 0.048$) y el balance nitrogenado ($r = -0.536$, $p = 0.018$), así como una asociación moderada positiva entre la transferrina ($r = 0.409$, $p = 0.074$) y prealbúmina ($r = 0.466$, $p = 0.038$) con el grosor de cuádriceps AP. Al séptimo día de estancia en la UCIA encontramos solamente una correlación negativa moderada entre el grosor del cuádriceps femoral AP y la estancia hospitalaria global. Del total de los pacientes, la mediana de estancia hospitalaria fue de 9 (8-19) días. Diez (47.6%) pacientes requirieron ventilación mecánica. Se presentó sepsis en nueve (42.9%) y lesión renal aguda en tres (14.3%). La mortalidad fue de un paciente (4.8%).

Conclusiones: en nuestro estudio, concluimos que el primer día de evaluación el puntuaje de SOFA y el balance nitrogenado tuvieron una correlación moderada negativa con el grosor AP del músculo cuádriceps, mientras que este mismo

diámetro se asoció positivamente de forma moderada con los niveles de transferrina y prealbúmina del paciente. Además, al séptimo día, hubo una correlación moderada negativa entre el grosor del cuádriceps femoral en su diámetro AP y los días de estancia hospitalaria

Palabras clave: grosor del cuádriceps femoral, bioimpedancia, parámetros nutricionales bioquímicos, estado nutricional.

ABSTRACT

Introduction: in recent years, the impact of the state has been well recognized and defined nutritional influence on the clinical outcomes of critically ill patients and malnutrition has been related to prolonged hospital stay, mortality, and increased hospital costs in healthcare system. Evaluation of skeletal muscle has proven to be a reliable parameter for determining the nutritional status of the patient and its relationship with clinical events adverse. Measurement of the thickness of the quadriceps femoris can be evaluated by ultrasonography at the bedside of the patient in the Adult Intensive Care Unit (ICU), without requiring transfer, and subject you to unnecessary risks associated with imaging techniques. The above makes it a promising tool to be used in the context of nutritional evaluation of critically ill patient.

Objective: determine the association between conventional biochemical nutrition parameters with the thickness of the quadriceps femoris measured by ultrasonography and the phase angle by bioimpedance in critically ill patients.

Material and methods: prospective, observational, comparative, longitudinal (analytical), cohort study. Patients were included upon admission to the adult intensive care unit. Quadriceps femoris thickness measurement was performed by ultrasound in each patient's extremity at the bedside, as well as phase angle by electrical bioimpedance. These measurements were repeated on days 1 and 7.

Results: 21 patients were included, with a median age of 75 (55-81.5), of which 10 (47.6%) were women and 11 (52.4%) men. Patients had a median APACHE II, SOFA, and NUTRIC score of 12, 4, and 4 points, respectively. The median AP and LL quadriceps thickness on day 1 was 0.64 cm and 2.5 cm, respectively. On day 7, it was 0.58 cm and 2.1 cm, respectively. The median phase angle on day 1 and 7 was 3° and 2.9°, respectively. At day 1, a moderate negative association was found between AP quadriceps thickness and SOFA score ($r = -0.436$, $p = 0.048$) and nitrogen balance ($r = -0.536$, $p = 0.018$), as well as an association moderate positive between transferrin ($r = 0.409$, $p = 0.074$) and prealbumin ($r = 0.466$, $p = 0.038$) with quadriceps AP thickness. On the seventh day of stay in the ICU, we found only a moderate negative correlation between the thickness of the AP quadriceps femoris and the overall hospital stay. Of all patients, the median hospital stay was 9 (8-19) days. 10 patients (47.6%) required mechanical ventilation. Sepsis occurred in 9 (42.9%) and acute kidney injury in 3 (14.3%). Mortality was 1 patient (4.8%).

Conclusions: in our study, we concluded that on the first day of evaluation the SOFA score and nitrogen balance had a moderate negative correlation with the AP thickness of the quadriceps muscle, while this same diameter was moderately positively associated with transferrin levels. and patient prealbumin. Furthermore, on the seventh day, there was a moderate negative correlation between the thickness of the quadriceps femoris in its AP diameter and the days of hospital stay.

Keywords: thickness of the quadriceps femoris, bioimpedance, biochemical nutrition parameters, nutritional condition.

RESUMO

Introdução: nos últimos anos, o impacto do Estado tem sido bem reconhecido e definido influência nutricional nos resultados clínicos de pacientes gravemente

* Hospital Zambrano-Hellion, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey. México.

Recibido: 29/09/2023. Aceptado: 09/10/2023.

Citar como: Hernández CHA, González PCM, Sánchez NVM, Chávez PCE. Asociación entre el grosor del cuádriceps femoral medido por sonografía, ángulo de fase por bioimpedancia y parámetros bioquímicos convencionales para valorar el estado nutricional de los pacientes críticamente enfermos. Med Crit. 2023;37(8):691-698. <https://dx.doi.org/10.35366/115227>

enfermos e a desnutrição tem sido relacionado à permanência hospitalar prolongada, mortalidade e aumento dos custos hospitalares, sistema de saúde. A avaliação do músculo esquelético provou ser um parâmetro confiável para determinar o estado nutricional do paciente e sua relação com eventos clínicos desfavoráveis. A medida da espessura do quadríceps femoral pode ser avaliada por ultrassonografia em à beira do leito do paciente internado em Unidade de Terapia Intensiva Adulto (UTI), sem necessidade de transferência, e sujeitá-lo a riscos desnecessários associados às técnicas de imagem. O acima faz com que uma ferramenta promissora para ser utilizada no contexto da avaliação nutricional de paciente gravemente enfermo.

Objetivo: determinar a associação entre os parâmetros bioquímicos nutricionais convencionais e a espessura do quadríceps femoral medida por ultrassonografia e o ângulo de fase por bioimpedância em pacientes críticos.

Material e métodos: estudo prospectivo, observacional, comparativo, longitudinal (analítico), de tipo coorte. Os pacientes foram incluídos no momento da admissão na Unidade de Terapia Intensiva Adulto. A espessura do quadríceps femoral foi medida por ultrassom em cada membro do paciente à beira do leito, bem como o ângulo de fase por bioimpedância elétrica. Essas medidas foram repetidas nos dias 1 e 7.

Resultados: incluíram-se 21 pacientes, com mediana de idade de 75 (55-81.5), dos quais 10 (47.6%) eram mulheres e 11 (52.4%) homens. Os pacientes tiveram uma pontuação mediana APACHE II, SOFA e NUTRIC de 12, 4 e 4 pontos, respectivamente.

A mediana da espessura do quadríceps AP e LL no dia 1 foi de 0.64 cm e 2.5 cm, respectivamente. No dia 7, era de 0.58 cm e 2.1 cm, respectivamente. A mediana do ângulo de fase nos dias 1 e 7 foi de 3° e 2.9°, respectivamente. No dia 1, encontrou-se uma associação negativa moderada entre a espessura do quadríceps AP e o escore SOFA ($r = -0.436$, $p = 0.048$) e balanço de nitrogênio ($r = -0.536$, $P = 0.018$), bem como uma associação positiva moderada entre transferrina ($r = 0.409$, $p = 0.074$) e pré-albumina ($r = 0.466$, $p = 0.038$) com espessura do quadríceps AP. No sétimo dia de internação na UTI, encontramos apenas uma correlação negativa moderada entre a espessura do quadríceps femoral AP e o tempo de internação geral. De todos os pacientes, a média de permanência hospitalar foi de 9 (8-19) dias. 10 pacientes (47.6%) necessitaram de ventilação mecânica. A sepse ocorreu em 9 (42.9%) e lesão renal aguda em 3 (14.3%). A mortalidade ocorreu em um paciente (4.8%).

Conclusões: em nosso estudo, concluímos que, no primeiro dia de avaliação, a pontuação SOFA e o balanço de nitrogênio tiveram uma correlação negativa moderada com a espessura AP do músculo quadríceps, enquanto esse mesmo diâmetro foi moderadamente associado positivamente aos níveis de transferrina e pré-albumina do paciente. Além disso, no sétimo dia, houve uma correlação negativa moderada entre a espessura do diâmetro AP do quadríceps femoral e os dias de internação hospitalar.

Palavras-chave: espessura do quadríceps femoral, bioimpedância, parâmetros bioquímicos nutricionais, estado nutricional.

Abreviaturas:

AP = anteroposterior.

APACHE = *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation* (evaluación de fisiología aguda y salud crónica).

ASPEN = *American Society for Parenteral and Enteral Nutrition*.

CONUT = control del estado nutricional.

GNRI = *Geriatric Nutritional Risk Index* (índice de riesgo nutricional geriátrico).

IMC = índice de masa corporal.

LL = longitudinal.

MNA-SF = *Mini Nutritional Assessment-Short Form* (mini evaluación nutricional-forma corta).

NUTRIC = *Nutrition Risk in the Critically Ill* (riesgo nutricional en pacientes críticamente enfermos).

SOFA = *Sequential Organ Failure Assessment* (evaluación secuencial de falla orgánica).

UCIA = Unidad de Cuidados Intensivos Adultos.

INTRODUCCIÓN

En pacientes críticamente enfermos, el estado nutricional está muy fuertemente relacionado con los desenlaces clínicos. Sin embargo, la determinación del estado nutricional en el enfermo crítico no es un proceso

directo. Tras reconocer el rol de la inflamación en el impacto del estado nutricional del paciente, Jensen y colaboradores propusieron el concepto de malnutrición basado en etiologías. Estas dividen la de malnutrición en dos: la inanición pura sin enfermedad (malnutrición relacionada con inanición) y malnutrición relacionada con la enfermedad asociada a varios grados de inflamación (malnutrición asociada a enfermedad crónica o lesión). Posteriormente, se adoptó el concepto indicado por el Consenso de la *Academy of Nutrition and Dietetics* (AND) y la *American Society for Parenteral and Enteral Nutrition* (ASPEN) para el diagnóstico de malnutrición (Consenso AND-ASPEN).¹ La fisiopatología de la malnutrición durante la enfermedad crítica puede ser visualizada desde dos perspectivas principales: el catabolismo por estrés y la ingesta nutricional inadecuada. En las fases tempranas de la enfermedad crítica, las hormonas catalíticas (como glucagón, cortisol y catecolaminas) son secretadas para movilizar las reservas nutricionales corporales del tejido muscular y adiposo, para la generación de sustratos de energía endógena (glucosa, aminoácidos y ácidos grasos libres) y priorizar el suministro energético de los sustratos a órganos vitales, como el cerebro y el corazón.^{2,3} Al mismo tiempo, se secretan citocinas proinflamatorias, como la interleucina (IL)-2, IL-6 y factor de necrosis tumoral alfa, en respuesta al insulto agudo corporal y de los procesos catabólicos.⁴ Durante estos estados inflamatorios, la provisión nutricional no es capaz de revertir completamente la pérdida de masa celular corporal.² En estas condiciones, hay una predisposición para los enfermos críticos de un riesgo alto de malnutrición, por pérdida de la masa celular corporal a un nivel crítico, y el riesgo de complicaciones se incrementa si se continúa la malnutrición.⁵ A este punto, la prioridad es proveer un soporte nutricional como apoyo a las funciones de los sistemas orgánicos vitales y preservar una respuesta apropiada del huésped mientras se trata la enfermedad subyacente.⁶

Aunque el proceso de la enfermedad tiene un impacto importante en el estado nutricional, dependiendo de sus antecedentes, el paciente puede contar con características de malnutrición con una ingesta reducida o restrictiva de alimentos mucho antes del ingreso a la unidad de terapia intensiva; lo anterior debido a condiciones crónicas subyacentes, como enfermedad pulmonar obstructiva crónica, cáncer o enfermedad renal crónica, o tienen una ingesta reducida en una estancia hospitalaria previo al ingreso a la unidad de terapia intensiva.^{6,7} Además, en la unidad de terapia intensiva, los pacientes pueden continuar teniendo una ingesta nutricional restringida y experimentar tiempos de ayuno más prolongados o interrupciones frecuentes en la alimentación debido a diversos procedimientos realizados. Estos dos factores, la malnutrición preexistente, y

la desnutrición iatrogénica, pueden complicar el estado nutricional y empeorar los desenlaces clínicos.⁸

Los resultados clínicos de los tratamientos de nutrición pueden ser abordados desde una mejoría en la evaluación, o al menos en la prevención, del deterioro de la función mental y física, una reducción en el número o severidad de complicaciones de la enfermedad o su tratamiento, un aceleramiento en la recuperación de la enfermedad y menor convalecencia, y una reducción en el consumo de recursos.⁹

Aunque los pacientes críticamente enfermos están en riesgo de desarrollo de malnutrición, no existe información objetiva que nos ayude a evaluar el estado nutricional inicial. La evaluación nutricional comprende una investigación exhaustiva, que incluya antecedentes médicos, antecedentes dietéticos, examen físico, mediciones antropométricas y datos de laboratorio. Por otro lado, el tamizaje nutricional es el proceso de identificación de pacientes en riesgo de malnutrición o que ya presentan malnutrición.^{10,11} Actualmente, se utilizan diferentes indicadores clínicos y herramientas de tamizaje nutricional para pacientes en cuidados de atención aguda.^{10,12} Utilizando un indicador aislado, como los niveles de albúmina, el peso, o el grosor del pliegue tricipital, para determinar el estado nutricional del paciente, se relaciona con una falla en múltiples factores que influencian el estado nutricional.^{12,13}

De acuerdo con guías publicadas por la ASPEN, el tamizaje nutricional debe ser un componente de evaluación inicial en todos los pacientes ambulatorios, hospitalarios, domiciliarios o en ambientes de atención alternativos, y que realice un cribado que incorpore datos objetivos, como el peso, la talla, el cambios en el peso, el diagnóstico primario y la presencia de comorbilidades.¹⁴ En estas mismas guías, se establece que una evaluación nutricional formal debe ser llevada a cabo en cualquier paciente, independientemente del ambiente de atención, y que sea identificado por una herramienta de tamizaje nutricional como nutricionalmente en riesgo.¹⁴ El potencial uso de diversas tecnologías para la evaluación de la composición corporal, como la tomografía computarizada, el ultrasonido y el análisis por bioimpedancia eléctrica han sido explorados en diferentes estudios en los últimos años.¹⁵

La calidad del músculo-esquelético valorada por tomografía computarizada en la tercera vértebra lumbar ha sido asociada con mortalidad en pacientes críticamente enfermos.¹⁶⁻¹⁸ Sin embargo, la tomografía computarizada es costosa, requiere el traslado a una unidad de imagenología, e involucra una dosis de radiación que limita su uso en pacientes en quienes ya de por sí se realiza la tomografía computarizada por otras razones clínicas.

La medición del grosor de la capa muscular del cuádriceps por ultrasonido en la unidad de terapia intensiva adultos ha demostrado resultados prometedores.^{19,20}

La medición ultrasonográfica seriada del recto femoral en su área transversal nos muestra que la masa muscular disminuye de forma continua al ingreso y hasta una quinta parte del valor basal al décimo día de estancia en la unidad de terapia intensiva.²¹

La bioimpedancia es un método seguro, económico, preciso y no invasivo que proporciona datos sobre la composición corporal de una persona. Hasta ahora ha sido identificado el polo inferior de la elipse de tolerancia a 75% como umbral por el edema aparente en el adulto, con 100% de sensibilidad y 92% de especificidad. La bioimpedancia consiste en una corriente eléctrica de bajísima intensidad que recorre los miembros inferiores, permitiendo valorar su resistencia. La resistencia depende del agua contenida en el organismo, la cual tiene una proporción constante en la masa muscular, ya que 73% de los músculos están compuestos de agua. Tomanando este dato y relacionándolo con otros como edad, sexo y estatura del individuo, se puede calcular la masa muscular de todo el cuerpo. Asimismo, el tejido adiposo se encuentra formado de células que contienen la masa grasa, una cantidad pequeña de agua y de proteínas. Esa masa grasa está formada de triglicéridos, es totalmente aislante y no conduce la electricidad; por ello, se hace el cálculo usando con precisión el peso que es controlado al mismo tiempo. La masa libre de grasa menor evaluada por un ángulo de fase bajo o índice de impedancia alto obtenido por medición por análisis de bioimpedancia eléctrica, ha demostrado también ser asociado con mortalidad.^{22,23}

Existen múltiples estudios y valoraciones en población mexicana que han intentado comparar una herramienta con otra; sin embargo, sólo se han centrado en alguna de ellas o en máximo dos sin hacer una comparación efectiva de estos tres métodos ampliamente validados.²⁴⁻²⁶ Es imprescindible contar con herramientas que evalúan de forma global el estado nutricional del paciente críticamente enfermo y que nos aporten información tanto de la composición corporal como de la funcionalidad orgánica, lo que nos permita estratificar adecuadamente su riesgo de desnutrición, ya sea en un punto concreto o en una línea de tiempo, y poder diseñar e implementar un plan nutricional individualizado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Método científico: observacional, comparativo, (analítico) longitudinal, prospectivo, de tipo cohorte. Técnica: se incluyeron a los pacientes a partir de su ingreso a la unidad de terapia intensiva adultos. Se documentaron datos sociodemográficos del paciente, que no revelen su identidad, como sexo, talla, índice de masa corporal (IMC). Se documentó el diagnóstico al ingreso y se obtuvieron los datos de la biometría hemática y perfil bioquímico, así como la evaluación del paciente, obteni-

Tabla 1: Signos vitales y parámetros de laboratorio al día 1 y 7 de estancia en Unidad de Cuidados Intensivos Adultos.

Variable	Día 1	Día 2
Frecuencia cardíaca (lpm)	77 (62-86)	77 (69-86)
Frecuencia respiratoria (rpm)	16 (14-17)	16 (14-17)
Presión arterial media (mmHg)	81 (74-83)	81 (75-83)
Leucocitos (cel/mm ³)	13.3 (7.8-17.4)	10.2 (6.9-14.4)
Neutrófilos (cel/mm ³)	9.1 (5.9-15.9)	7.7 (4.8-11.6)
Linfocitos (cel/mm ³)	1 (0.6-1.4)	1.1 (0.8-1.9)
PCR (mg/L)	10.1 (3.6-18.5)	3.3 (1.2-14.5)
Creatinina (mg/dL)	0.6 (0.6-0.8)	0.7 (0.6-0.8)
BUN (mg/dL)	10.4 (6.3-15.6)	10.6 (4.6-12.5)
Balance nitrogenado	1 (-5.3 - 3.9)	7.6 (0.3-10.2)

lpm = latidos por minuto. rpm = respiraciones por minuto. PCR = proteína C reactiva. BUN = nitrógeno ureico en sangre.

Tabla 2: Descriptivos de parámetros nutricionales y mediciones musculares de los pacientes.

Variable	Día 1	Día 7
Grosor del cuádriceps (cm)	-	
AP	0.64 (0.5-0.78)	0.58 (0.5-0.72)
LL	2.5 (2.2-2.78)	2.1 (1.9-2.4)
Ángulo de fase (grados, °)	3 (2.5-4.05)	2.9 (2.4-4.1)
Albúmina (g/L)	2.7 (2.5-3.1)	2.7 (2.5-3)
Prealbúmina (g/L)	14.8 (6.3-20.5)	17.2 (8.2-22)
Proteína en dieta (g/kg/d)	0.8 (0.7-1.2)	1.55 (0.87-1.87)

AP = anteroposterior. LL = longitudinal.

da por el equipo de nutrición. Se realizó la medición del grosor del cuádriceps femoral por ultrasonido en cada extremidad del paciente al lado de la cama, así como el ángulo de fase por bioimpedancia eléctrica. Dichas mediciones se repitieron los días uno y siete. Se realizaron pruebas de asociación entre las medidas obtenidas por medio de estas tecnologías, con los parámetros de laboratorio. Se asoció el grosor del cuádriceps femoral con la estancia hospitalaria y la mortalidad. En caso de existir una asociación, se propuso un corte de grosor del cuádriceps femoral que estime mortalidad hospitalaria. Los pacientes con una estancia menor a 72 horas fueron eliminados del estudio.

Procedimiento: paciente colocado en posición de decúbito supino, con una toalla enrollada colocada por debajo del hueco poplíteo para conseguir la relajación del muslo. Se colocó el transductor con el eje mayor perpendicular al eje longitudinal del músculo recto femoral, en el punto medio entre la espina iliaca anterosuperior y el borde superior de la rótula. Se empleó el software del dispositivo, se estimó el área y dimensiones de diferentes secciones musculares. Se obtuvieron las siguientes medidas: grosor transversal de recto femoral, grosor longitudinal de recto femoral. Grosor del cuádriceps (longitud desde el fémur hasta el límite superior del recto femoral).

RESULTADOS

Se incluyeron 21 pacientes en el estudio, con una mediana de 75 años (55-81.5); de los cuales, 10 (47.6%) fueron mujeres y 11 (52.4%) hombres. Los pacientes tuvieron una mediana de puntaje de APACHE II, SOFA y NUTRIC de 12, 4 y 4 puntos, respectivamente. En la **Tabla 1** se describen los signos vitales y parámetros de laboratorio medidos en los pacientes al día uno y al día siete. La mediana de grosor de cuádriceps AP y LL al día 1 fue de 0.64 y 2.5 cm, respectivamente. Al día siete, fue de 0.58 y 2.1 cm, respectivamente. La mediana de ángulo de fase al día uno y siete fue de 3° y 2.9°, respectivamente (**Tabla 2**). En el día uno, se encontró una asociación negativa moderada entre el grosor de cuádriceps AP y el puntaje de SOFA ($r = -0.436$, $p = 0.048$) y el balance nitrogenado ($r = -0.536$, $p = 0.018$), así como una asociación moderada positiva entre la transferrina ($r = 0.409$, $p = 0.074$) y prealbú-

Tabla 3: Correlación de severidad de la enfermedad y parámetros de laboratorio nutricionales con el grosor de cuádriceps femoral y ángulo de fase al día 1 de estancia en Unidad de Cuidados Intensivos Adultos (UCIA).

Variable		Grosor cuádriceps (AP)	Grosor cuádriceps (LL)	Ángulo de fase
Grosor cuádriceps (AP)	r	-	0.751	0.244
	P	-	< 0.001	0.286
Grosor cuádriceps (LL)	r	0.751	-	0.314
	P	< 0.001	-	0.166
Ángulo de fase	r	0.244	0.314	-
	P	0.286	0.166	-
APACHE	r	-0.269	-0.048	-0.209
	P	0.239	0.838	0.362
SOFA	r	-0.436	-0.143	-0.205
	P	0.048	0.536	0.373
NUTRIC	r	-0.26	0.049	-0.214
	P	0.256	0.832	0.351
Transferrina	r	0.409	0.106	0.027
	P	0.074	0.657	0.909
Linfocitos	r	-0.251	-0.192	-0.344
	P	0.273	0.405	0.127
PCR	r	0.011	0.196	-0.279
	P	0.963	0.408	0.234
Balance nitrogenado	r	-0.536	-0.359	-0.222
	P	0.018	0.131	0.362
Albúmina	r	0.277	0.317	0.177
	P	0.224	0.162	0.444
Prealbúmina	r	0.466	0.156	0.21
	P	0.038	0.51	0.375
Gramos de proteína de dieta	r	-0.086	-0.172	-0.117
	P	0.719	0.468	0.622
Estancia en UCIA	r	-0.202	-0.189	-0.331
	P	0.379	0.411	0.142

AP = anteroposterior. LL = longitudinal. NUTRIC = *Nutrition Risk in the Critically Ill* (riesgo nutricional en pacientes críticamente enfermos). APACHE = *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation* (evaluación de fisiología aguda y salud crónica). SOFA = *Sequential Organ Failure Assessment* (evaluación secuencial de falla orgánica). PCR = proteína C reactiva. UCIA = Unidad de Cuidados Intensivos Adultos.

Tabla 4: Comparación de grosor de músculo cuádriceps y ángulo de fase entre pacientes con alto y bajo riesgo nutricional por NUTRIC.

Día	Variable	Riesgo nutricional (NUTRIC)		P
		Riesgo alto	Riesgo bajo	
1	Grosor Cuádriceps (AP)	0.69 (0.43-0.78)	0.61 (0.5-0.82)	> 0.999
	Grosor Cuádriceps (LL)	2.72 (2.3-2.79)	2.4 (2-2.77)	0.374
	Ángulo de Fase	3 (2.9-4)	3.3 (2.4-4.1)	0.804
7	Grosor Cuádriceps (AP)	0.64 (0.54-0.73)	0.56 (0.5-0.67)	0.311
	Grosor Cuádriceps (LL)	2.3 (1.9-2.4)	2.16 (1.58-2.45)	0.588
	Ángulo de Fase	2.9 (2.7-4.1)	3 (2.4-4.5)	> 0.999

NUTRIC = *Nutrition Risk in the Critically Ill* (riesgo nutricional en pacientes críticamente enfermos). AP = anteroposterior. LL = longitudinal.

mina ($r = 0.466$, $p = 0.038$) con el grosor de cuádriceps AP. Se encontraron correlaciones muy bajas o bajas del resto de los parámetros medidos con el grosor de cuádriceps LL y el ángulo de fase (*Tabla 3*). Al séptimo día de estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos Adultos (UCIA), encontramos solamente una correlación negativa moderada entre el grosor del cuádriceps femoral AP y la estancia hospitalaria global. Encontramos correlaciones bajas entre el resto de las variables y el grosor del cuádriceps femoral y ángulo de fase a los siete días. Tras clasificar a los pacientes con alto (5-9 puntos) o bajo riesgo (0-4 puntos) de acuerdo con la escala NUTRIC, al comparar el grosor del cuádriceps femoral y el ángulo de fase en ambos grupos, no encontramos diferencias al día 1 ni 7 (*Tabla 4*). Del total de los pacientes, la mediana de estancia hospitalaria fue de 9 (8-19) días. El 10 (47.6%) requirió ventilación mecánica. Se presentó sepsis en nueve (42.9%) y lesión renal aguda en tres (14.3%). La mortalidad fue en un paciente (4.8%).

DISCUSIÓN

La debilidad del músculo-esquelético y el consiguiente deterioro de su funcionalidad son hallazgos comunes entre los pacientes en la unidad de cuidados intensivos.^{27,28} En pacientes en estado crítico, la inmovilización, la sepsis, la insuficiencia orgánica y la inflamación sistémica son factores de riesgo asociados con el desgaste muscular.²⁹⁻³¹ Los investigadores estiman que la miopatía por enfermedad crítica afecta entre 25 y 100% de los pacientes de la unidad de cuidados intensivos, según la herramienta de evaluación utilizada en los diferentes estudios y la duración de la estancia en la unidad de cuidados intensivos.²⁹ Además, la miopatía por enfermedad crítica es un predictor independiente de la morbilidad²⁷ y la mortalidad³² del paciente y la pérdida de autonomía funcional.²⁷ Dado que la debilidad muscular adquirida en la unidad de cuidados intensivos sigue siendo un diagnóstico clínico y que, en muchas de las ocasiones, estos pudieran fungir como marcadores indirectos del estado nutricional general del paciente, es

fundamental investigar nuevos métodos para medir la masa corporal magra en los pacientes en estado crítico. Por ello, el objetivo de nuestro trabajo fue determinar si existe una correlación entre los parámetros bioquímicos de nutrición convencionales con el grosor del cuádriceps femoral medido por ultrasonografía y el ángulo de fase por bioimpedancia en el paciente crítico.

En nuestro estudio incluimos un total de 21 pacientes que fueron evaluados al día uno y siete de su estancia en la unidad de cuidados intensivos, con una mediana de edad de 75 años, y alrededor de la mitad hombres y mitad mujeres. De acuerdo con los puntajes de APACHE II y SOFA, los pacientes tuvieron una mediana global de 12 y 4 puntos, respectivamente, así como una mediana de 4 en el puntaje NUTRIC. La mediana de grosor de cuádriceps en sus diámetros AP y LL fueron de 0.64 y 2.5 cm, respectivamente, y al día siete éstos fueron de 0.58 y 2.1 cm, respectivamente. En ángulo de fase al día uno tuvo una mediana de 3°, y al día siete fue de 2.9°. En nuestro trabajo, observamos que, al primer día de evaluación del paciente, el puntaje de SOFA y el balance nitrogenado tuvieron una correlación moderada negativa con el grosor AP del músculo cuádriceps, es decir, a mayor puntaje de SOFA o balance nitrogenado, menor grosor del músculo, con un grado de asociación moderado. Por su parte, este mismo diámetro se asoció positivamente de forma moderada con los niveles de transferrina y prealbúmina del paciente, es decir, a mayor grosor muscular mayores niveles de transferrina y prealbúmina. Por otro lado, también encontramos que, al séptimo día, hubo una correlación moderada negativa entre el grosor del cuádriceps femoral en su diámetro AP, y los días de estancia hospitalaria, lo que se traduce que un mayor grosor muscular en su diámetro AP se asoció con menor estancia hospitalaria global. No encontramos correlaciones significativas o buenas entre los demás parámetros nutricionales o puntajes pronósticos con el grosor AP del músculo cuádriceps. Tampoco encontramos que el grosor del cuádriceps en su diámetro LL o que el ángulo de fase se correlacionara con los parámetros del estudio. Por otro lado, existe una correlación buena entre los diámetros de los mú-

culos del cuádriceps femoral, pero no de estos dos con el ángulo de fase, lo cual fue un hallazgo relevante. No encontramos tampoco que los tres parámetros musculares medidos tuvieran alguna relación con los gramos de proteína alcanzados en los pacientes, de acuerdo con su día de evaluación.

De forma general, la mediana de días de estancia hospitalaria de nuestros pacientes fue de nueve días, donde 47.6% requirieron ventilación mecánica y las complicaciones como sepsis y lesión renal aguda se presentaron en 42.9 y 14.3% de los pacientes, respectivamente. La mortalidad se presentó en un solo paciente (4.8%). Esto es importante, dado que no se pudo completar uno de los objetivos del estudio, que consistía en determinar si existe asociación estadísticamente significativa entre el grosor del cuádriceps femoral y la mortalidad hospitalaria. Debido a que la mortalidad fue baja en nuestro trabajo, no se pudieron detallar los análisis correspondientes para este objetivo, abriendo una línea de investigación de interés por nuestro grupo para ser explorada en una muestra mayor de pacientes.

Kokuro y Nishioka llevaron a cabo un estudio con el objetivo de identificar los indicadores nutricionales óptimos para predecir el cambio en el grosor del músculo cuádriceps durante la fase aguda en pacientes con accidente cerebrovascular, considerando el índice de riesgo nutricional geriátrico (GNRI), el control del estado nutricional (CONUT) y la mini evaluación nutricional-forma corta (MNA-SF), evaluando el cambio en un lapso de dos semanas en el grosor del músculo cuádriceps desde el momento de la admisión en las extremidades con parálisis y las extremidades normales. De acuerdo con sus hallazgos, se encontraron diferencias significativas en el cambio del grosor del músculo cuádriceps en las extremidades no parálíticas entre los grupos estratificados según GNRI y CONUT. Sin embargo, la diferencia fue significativa entre el estado de desnutrición y un estado nutricional normal en pacientes categorizados por MNA-SF. Ellos encontraron una asociación significativa entre MNA-SF y el cambio en el grosor del músculo cuádriceps en los miembros no paralíticos y la MNA-SF no se asoció de forma independiente con el cambio en el grosor del músculo cuádriceps en la extremidad paralítica. Además, GNRI y CONUT no se asociaron de forma independiente con cambios en grosor del músculo del cuádriceps en miembros paralíticos y no paralíticos.³³ De este modo, encontraron que el MNA-SF puede predecir el cambio en el grosor del músculo cuádriceps de los pacientes; sin embargo, en nuestro estudio no se utilizó una escala de este tipo, aunque de forma similar, pudimos encontrar que el grosor del músculo cuádriceps puede asociarse con estancia hospitalaria después de siete días de su ingreso y con el nivel nutricional al comienzo del estudio en algunos parámetros fiables nutricionales, como la trans-

ferrina y la prealbúmina. Un mayor grosor del músculo cuádriceps al ingreso podría relacionarse con un menor tiempo de estancia en UCIA en nuestros pacientes. Nozoe y colaboradores llevaron a cabo un trabajo donde tuvieron como objetivo examinar la relación entre los cambios en el grosor del músculo cuádriceps y la gravedad de la enfermedad, el estado nutricional y los niveles de proteína C reactiva después de un accidente cerebrovascular agudo; incluyeron pacientes con hemorragia intracerebral aguda o accidente cerebrovascular isquémico en los que se midió por ultrasonido el grosor del músculo cuádriceps en las extremidades paréticas y no paréticas dentro de una semana después de la admisión (primera semana) y dos semanas después del primer examen (última semana). Los autores encontraron una correlación significativa entre los cambios en el grosor muscular para ambos lados, parético y no parético, y las puntuaciones de la escala de accidente cerebrovascular de los institutos nacionales de salud (NIHSS), en una misma intensidad de correlación similar a los hallazgos de nuestro trabajo; sin embargo, no hubo una correlación significativa con el estado nutricional al ingreso,³⁴ similar a nuestros resultados con muchos de los parámetros evaluados.

Por su parte, Lo Buglio y su grupo evaluaron la asociación entre el estado nutricional y la arquitectura muscular en pacientes ancianos hospitalizados en salas de medicina interna en pacientes estratificados en tres grupos según la puntuación MNA (*mini nutritional assessment*): bien alimentados, en riesgo de desnutrición y desnutridos. Similar a nuestro trabajo, todos los pacientes fueron evaluados al ingreso y después de siete días de hospitalización en cuanto a fuerza muscular (prueba de agarre manual), masa (bioimpedanciometría) y arquitectura (ultrasonografía del vasto lateral). Al ingreso hospitalario, los pacientes desnutridos presentaban menor porcentaje de masa libre de grasa y masa muscular con respecto a los demás. Adicionalmente, el grupo con desnutrición presentó menor grosor muscular y ángulo de fase al ingreso. La puntuación MNA se relacionó positivamente con el ángulo de fase y la fuerza muscular.³⁵ Sin embargo, en nuestro estudio no se encontró una asociación entre los parámetros nutricionales del ángulo de fase ni del grosor cuádriceps femoral con la mayoría de los parámetros. Al clasificar a los pacientes con bajo o alto riesgo de acuerdo con la escala NUTRIC, no encontramos diferencias en las mediciones. Como desventaja de nuestro estudio, no se pudo realizar un análisis de asociación con mortalidad. Sabatino y colaboradores concluyeron que el grosor del cuádriceps femoral es un predictor independiente de mortalidad en pacientes en hemodiálisis,³⁶ aunque las condiciones de estos pacientes podrían ser diferentes a las de nuestros pacientes debido a que muchos de ellos se encontraban bajo manejo ambulatorio y no en hospitalización.

CONCLUSIONES

En nuestro estudio, concluimos que, en el primer día de evaluación, el puntaje de SOFA y el balance nitrogenado tuvieron una correlación moderada negativa con el grosor AP del músculo cuádriceps, mientras que este mismo diámetro se asoció positivamente de forma moderada con los niveles séricos de transferrina y prealbúmina. Además, al séptimo día, hubo una correlación moderada negativa entre el grosor del cuádriceps femoral en su diámetro AP, y los días de estancia hospitalaria. Por último, no se observaron correlaciones significativas o buenas entre los demás parámetros nutricionales o puntajes pronósticos con el grosor AP del músculo cuádriceps. Tampoco encontramos que el grosor del cuádriceps en su diámetro LL o que el ángulo de fase se correlacionara con los parámetros del estudio. Los resultados de esta investigación ayudan a entender que el uso de las mediciones musculares podrían utilizarse para su correlación con diferentes parámetros nutricionales; se abre así el campo para la evaluación en grupos específicos de enfermos en terapia intensiva, entre los cuales se incluyen el grupo de pacientes afectados por COVID-19, los pacientes que están bajo terapia de reemplazo renal o en ventilación mecánica invasiva, así como su asociación con sarcopenia o el grado nutricional del paciente al ingreso o durante su estancia. También, se abre un área de investigación para estudiar estos parámetros como predictores de mortalidad.

REFERENCIAS

- Waitzberg DL, Caiaffa WT, Correia MITD. Hospital malnutrition: the Brazilian national survey (Ibranutri): a study of 4000 patients. *Nutrition*. 2001;17:575-580.
- McWhirter JP, Pennington CR. Incidence and recognition of malnutrition in hospital. *BMJ*. 1994;308:945-948.
- Jensen GL, Mirtallo J, Compher C, et al. Adult starvation and disease-related malnutrition: a proposal for etiology-based diagnosis in the clinical practice setting from the International Consensus Guideline Committee. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2010;34(2):156-159. Available in: <https://doi.org/10.1177/0148607110361910>
- White J, Guenter P, Jensen G, Malone A, Schofield M. Consensus statement: Academy of Nutrition and Dietetics and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition: characteristics recommended for the identification and documentation of adult malnutrition (undernutrition). *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2012;36(3):275-283. Available in: <https://doi.org/10.1177/0148607112440285>
- Jensen GL. Inflammation as the key interface of the medical and nutrition universes: a provocative examination of the future of clinical nutrition and medicine. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2006;30(5):453-463. Available in: <https://doi.org/10.1177/0148607106030005453>
- Preiser JC, Ichai C, Orban JC, Groeneveld BJ. Metabolic response to the stress of critical illness. *Br J Anaesth*. 2014;113(6):1-10. Available in: <https://doi.org/10.1093/bja/aeu187>
- Kondrup J. Nutritional-risk scoring systems in the intensive care unit. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2014;17(2):177-182. Available in: <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000041>
- Lee ZY, Heyland DK. Determination of nutrition risk and status in critically ill patients: what are our considerations? *Nutr Clin Pract*. 2019;34(1):96-111. doi: 10.1002/ncp.10214.
- Kondrup J, Allison SP, 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(4):415-421.
- Corish CA. Pre-operative nutritional assessment. *Proc Nutr Soc*. 1999;58(4):821-829.
- Green SM, Watson R. Nutritional screening and assessment tools for use by nurses: literature review. *J Adv Nurs*. 2005;50(1):69-83.
- Jeejeebhoy KN. Nutritional assessment. *Nutrition*. 2000;16(7-8):585-590.
- Sungurtekin H, Sungurtekin U, Hancı V, Erdem E. Comparison of two nutrition assessment techniques in hospitalized patients. *Nutrition*. 2004;20(5):428-432.
- ASPEN Board of Directors and the Clinical Guidelines Task Force. Guidelines for the use of parenteral and enteral nutrition in adult and pediatric patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2002;26(Suppl):9SA-12SA.
- Earthman CP. Body composition tools for assessment of adult malnutrition at the bedside. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2015;39(7):787-822. Available in: <https://doi.org/10.1177/0148607115595227>
- Moisey LL, Mourtzakis M, Cotton BA, et al. Skeletal muscle predicts ventilator-free days, ICU-free days, and mortality in elderly ICU patients. *Crit Care*. 2013;17(5):1-8. Available in: <https://doi.org/10.1186/cc12901>
- Weijns PJ, Looijaard WG, Dekker IM, et al. Low skeletal muscle area is a risk factor for mortality in mechanically ventilated critically ill patients. *Crit Care*. 2014;18(1):R12. Available in: <https://doi.org/10.1186/cc13189>
- Looijaard WGPM, Dekker IM, Stapel SN, et al. Skeletal muscle quality as assessed by CT-derived skeletal muscle density is associated with 6- month mortality in mechanically ventilated critically ill patients. *Crit Care*. 2016;20(1):1-10. Available in: <https://doi.org/10.1186/s13054-016-1563-3>
- Paris MT, Mourtzakis M, Day A, 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. Available in: <https://doi.org/10.1177/0148607116637852>
- Fivez T, Hendrickx A, Van Herpe T, et al. An analysis of reliability and accuracy of muscle thickness ultrasonography in critically ill children and adults. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2016;40(7):944-949. Available in: <https://doi.org/10.1177/0148607115575033>
- Puthucheary ZA, Rawal J, McPhail M, et al. Acute skeletal muscle wasting in critical illness. *JAMA*. 2013;310(15):1591-1600. Available in: <https://doi.org/10.1001/jama.2013.278481>
- Thibault R, Makhlouf A-M, Mulliez A, et al. Fat-free mass at admission predicts 28- day mortality in intensive care unit patients: the international prospective observational study phase angle project. *Intensive Care Med*. 2016;42(9):1445-1453. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00134-016-4468-3>
- Kuchnia A, Earthman C, Teigen L, et al. Evaluation of bioelectrical impedance analysis in critically ill patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2017;41(7):1131-1138. Available in: <https://doi.org/10.1177/0148607116651063>
- García AJM, García GC, Bellido CV, Bellido GD. Nuevo enfoque de la nutrición. Valoración del estado nutricional del paciente: función y composición corporal. *Nutrición Hospitalaria*. 2018;35(SPE3):1-14.
- Espinosa-Cuevas MDLA, Rivas-Rodríguez L, González-Medina EC, Atilano-Carsi X, Miranda-Alatriste P, Correa-Rotter R. Vectores de impedancia bioeléctrica para la composición corporal en población mexicana. *Rev Invest Clin*. 2007;59(1):15-24.
- Plata AEH, González MNG, Orozco RS, Hernández MA, Carrillo PLG. Relación entre la medición sonográfica de los músculos recto femoral y vasto intermedio y los parámetros bioquímicos convencionales para valorar el estado nutricional en la unidad de cuidados intensivos. *Med Crít*. 2019;32(6):351-358.
- Herridge MS, Cheung AM, Tansey CM, et al. Canadian critical care trials group. One-year outcomes in survivors of the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2003;348(8):683-693.

28. Griffiths RD, Hall JB. Exploring intensive care unit-acquired weakness. Preface. *Crit Care Med.* 2009;37(Suppl):S295.
29. Puthucheary Z, Montgomery H, Moxham J, Harridge S, Hart N. Structure to function: muscle failure in critically ill patients. *J Physiol.* 2010;588(pt 23):4641-4648.
30. De Jonghe BM, Sharshar T, Lefaucheur JP, et al. Groupe de Reflexion et d'Etude des Neuromyopathies en Reanimation. Paresis acquired in the intensive care unit: a prospective multicenter study. *JAMA.* 2002;288(22):2859-2867.
31. Sharshar T, Bastuji-Garin S, Stevens RD, et al. Groupe de Reflexion et d'Etude des Neuromyopathies en Reanimation. Presence and severity of intensive care unit-acquired paresis at time of awakening are associated with increased intensive care unit and hospital mortality. *Crit Care Med.* 2009;37(12):3047-3053.
32. Ali NA, O'Brien JM Jr, Hoffmann SP, et al. Midwest Critical Care Consortium. Acquired weakness, handgrip strength, and mortality in critically ill patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 2008;178(3):261-268.
33. Kokura Y, Nishioka S. Nutritional risk indicators for predicting a change in quadriceps muscle thickness in acute patients with stroke. *JMA Journal.* 2022;5(1):62- 71.
34. Nozoe M, Kanai M, Kubo H, et al. Changes in quadriceps muscle thickness, disease severity, nutritional status, and creatinine protein after acute stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2016;25(10):2470-2474.
35. Lo Buglio A, Bellanti F, Serviddio G, Vendemiale G. Impact of nutritional status on muscle architecture in elderly patients hospitalized in internal medicine wards. *J Nutr Health Aging.* 2020;24:717-722.
36. Sabatino A, Kooman JP, Di Motta T, et al. Quadriceps muscle thickness assessed by ultrasound is independently associated with mortality in hemodialysis patients. *Eur J Clin Nutr.* 2022;76(12):1719-1726.

Conflictos de intereses: sin conflicto de intereses.

Correspondencia:

Dr. Carlos Mauricio González Ponce

E-mail: heca_hdz@hotmail.com

carlosmauriciogonzalez@msn.com