



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO  
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ÁREA ACADÉMICA DE MEDICINA



**HOSPITAL GENERAL PACHUCA**

**TRABAJO TERMINAL**

**“DISMINUCIÓN DEL GROSOR DEL CUÁDRICEPS FEMORAL EVALUADO  
POR ULTRASONOGRAFÍA COMO FACTOR DE RIESGO PARA ESTANCIA  
PROLONGADA EN UCI DEL HOSPITAL GENERAL DE PACHUCA, EN  
PACIENTE CON SEPSIS Y CHOQUE SÉPTICO DE ABRIL A SEPTIEMBRE  
2025”**

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN

**MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO**

QUE PRESENTA EL MÉDICO CIRUJANO

**M.C. ESP. JOSÉ LUIS CALVO HERNÁNDEZ**

NOMBRE COMPLETO DEL DIRECTOR

M.C. ESP. Y SUB. ESP. DRA. CISLEY YASIMIL SOTO ACOSTA

**DIRECTOR DEL TRABAJO TERMINAL**

NOMBRE COMPLETO DEL CODIRECTOR

DRA. MIROSLAVA PORTA LEZAMA

**CODIRECTOR DEL TRABAJO TERMINAL**

PACHUCA DE SOTO, HIDALGO, OCTUBRE 2025.

DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO INTERNO DE LA COORDINACIÓN DE POSGRADO DEL ÁREA ACADÉMICA DE MEDICINA, AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO TERMINAL TITULADO:

**"DISMINUCIÓN DEL GROSOR DEL CUÁDRICEPS FEMORAL EVALUADO POR ULTRASONOGRAFÍA COMO FACTOR DE RIESGO PARA ESTANCIA PROLONGADA EN UCI DEL HOSPITAL GENERAL DE PACHUCA, EN PACIENTE CON SEPSIS Y CHOQUE SÉPTICO DE ABRIL A SEPTIEMBRE 2025"**

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO QUE SUSTENTA EL MEDICO CIRUJANO:

**M.C. ESP. JOSÉ LUIS CALVO HERNÁNDEZ**

PACHUCA DE SOTO HIDALGO, OCTUBRE DE 2025

**POR LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**

**M.C. JOSÉ ANTONIO HERNÁNDEZ VERA**  
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

**M.C. ESP. ALFONSO REYES GARNICA**  
JEFE DEL ÁREA ACADÉMICA DE MEDICINA

**DR. EN C. OSVALDO ERIK SÁNCHEZ HERNÁNDEZ**  
COORDINADOR DE LAS ESPECIALIDADES MÉDICAS

**DRA. MIROSLAVA PORTA LEZAMA**  
CODIRECTORA DEL TRABAJO TERMINAL

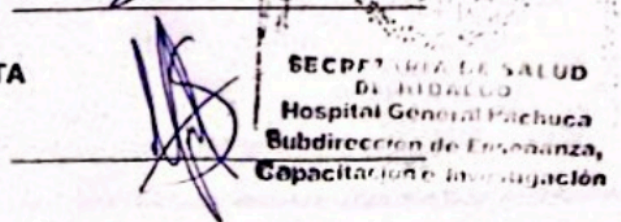
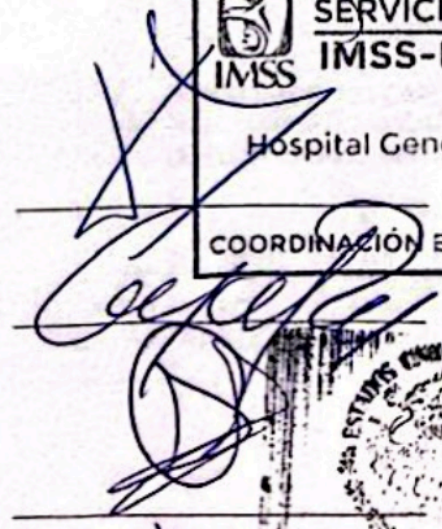
**POR EL HOSPITAL GENERAL DE PACHUCA**

**M.C. ESP. ANTONIO VÁZQUEZ NEGRETE**  
DIRECTOR DEL HOSPITAL GENERAL DE PACHUCA

**M.C. ESP. ANTONIA GONZÁLEZ RUIZ**  
SUBDIRECTORA DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN

**M.C. ESP. Y SUB. ESP. SERGIO MORENO GARCIA**  
MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO  
PROFESOR TITULAR DE LA ESPECIALIDAD DE  
MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO

**M.C. ESP. Y SUB. ESP. CISLEY YASIMIL SOTO ACOSTA**  
MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO  
DIRECTORA DEL TRABAJO TERMINAL





Gobierno de México



IMSS BIENESTAR

SERVICIOS PUBLICOS DE SALUD



HOSPITAL GENERAL PACHUCA  
SUBDIRECCIÓN DE ENSEÑANZA, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN

Pachuca de Soto, Hidalgo, a 15 de octubre de 2025.

Of. N°: HGP-SECI- 6735 -2025

Asunto: Autorización de impresión de proyecto

M.C. ESP. ALFONSO REYES GARNICA  
JEFE DEL ÁREA ACADÉMICA DE MEDICINA (ICSa)  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO  
PRESENTE

En seguimiento al oficio No. HGP/I-1921/2025 de fecha 15 de octubre del año en curso (anexo al presente copia simple) donde el comité de Ética en Investigación y el comité de Investigación; autoriza la impresión del trabajo terminal del M.C. Esp. José Luis Calvo Hernández residente de la subespecialidad de Medicina del Enfermo en Estado Crítico, correspondiente al ciclo académico 1° de marzo 2025 a 28 de febrero 2025, cuyo título es "Disminución del grosor del cuádriceps femoral evaluado por ultrasonografía como factor de riesgo para estancia prolongada en UCI del Hospital General de Pachuca, en paciente con sepsis y choque séptico de abril a septiembre 2025"

Sin más por el momento, me despido de usted enviándole un cordial saludo.

ATENTAMENTE

DR. ANTONIO VÁZQUEZ MEGRETE  
DIRECTOR DEL HOSPITAL GENERAL PACHUCA

M.C. ESP. Y SUBESP. BERGIÓ MORENO GARCÍA  
PROFESOR TITULAR DE LA SUBESPECIALIDAD DE  
MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO



M.C. ESP. Y SUBESP. CISLEY YASIMIL SOTO ACOSTA  
DIRECTOR DE TESIS

ESTABLA CORRESPONDENCIA  
COORDINACIÓN ESTADAL DE HIDALGO  
DRA. MIROSLAVA PORTA LEZAMA  
CODIRECTOR DE TESIS  
HOSPITAL GENERAL PACHUCA

Elaboró:  
L.D. Judith Alejandra Hernández  
Asesoría Administrativa  
Subdirección de Enseñanza

Revisó:  
Dra. Antonia González Ruiz  
Subdirectora de Enseñanza, Capacitación e Investigación

Autorizó:  
Dra. Antonia González Ruiz  
Subdirectora de Enseñanza, Capacitación e Investigación

Carretera Pachuca Tlaxiaco, Num. 101, Col. Ciudad de los Niños, Pachuca de Soto, Hgo., C. P. 42070, Teléfono: 771 71 3 46 49 (Ext. 151), Correo Electrónico: dir.hpachuca.ith@psslook.com



2025  
Año de  
La Mujer

<b>ÍNDICE</b>	<b>Página</b>
Resumen	1
I. Marco teórico	2
II. Antecedentes	7
III. Justificación	10
IV. Planteamiento del problema	11
IV.1 Pregunta de investigación	12
IV.2 Objetivos	12
IV.3 Hipótesis	13
V Material y métodos	14
V.1 Diseño de investigación	14
V.2 Análisis estadístico de la información	14
V.3 Ubicación espacio-temporal	15
V.3.1 Lugar	15
V.3.2 Tiempo	15
V.3.3 Persona	15
V.4. Selección de la población de estudio	15
V.4.1 Criterios de inclusión	15
V.4.2 Criterios de exclusión	15
V.4.3 Criterios de eliminación	16
V.5 Determinación del tamaño de muestra y muestreo	16
V.5.1 Tamaño de la muestra	16
V.5.2 Muestreo	17
VI. Aspectos éticos	17
VII. Recursos humanos, físicos y financieros	18
VIII. Resultados	19
IX. Discusión	32
X. Conclusiones	34
XI. Recomendaciones	34

XII. Anexos	36
XIII. Bibliografía	39

## RESUMEN

**ANTECEDENTES.** La ecografía se posicionó como herramienta útil para evaluar la pérdida muscular en pacientes críticos. La medición del cuádriceps femoral permitió identificar depleción proteica asociada a riesgo nutricional, favoreciendo un abordaje clínico multidisciplinario en pacientes con sepsis y choque séptico.

**OBJETIVO.** Identificar la disminución del grosor del cuádriceps femoral mediante ultrasonido como predictor de estancia prolongada en la UCI del Hospital General de Pachuca.

**MATERIAL Y MÉTODOS.** Se realizó un estudio observacional, analítico, longitudinal y prospectivo de cohorte. Se aplicó estadística descriptiva, prueba Chi-cuadrado para variables cualitativas y regresión de Cox para cuantitativas. Se establecieron tres cortes: ingreso, cuarto día y séptimo día de estancia hospitalaria.

**RESULTADOS.** Se incluyeron 91 pacientes con sepsis y choque séptico. La edad promedio fue de 55.48 años, predominó el sexo femenino (62%) y el IMC medio fue de 25.49 kg/m<sup>2</sup>. Las comorbilidades más frecuentes fueron diabetes mellitus (31.9%) e hipertensión arterial sistémica (16.5%). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los diagnósticos ( $p = 0.886$ ). Los modelos de regresión de Cox mostraron una tendencia hacia menor mortalidad en pacientes con mayor grosor muscular, sin significancia estadística (HR entre 0.525 y 0.592; IC95% 0.272-1.171, 0.284–1.234 respectivamente). La estancia en UCI fue más prolongada en estos pacientes, aunque sin diferencia significativa.

**CONCLUSIONES.** El grosor muscular femoral disminuyó durante la estancia hospitalaria. Los pacientes con mayor grosor muscular presentaron menor mortalidad y mayor duración en UCI. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los diagnósticos ni entre los grupos comparados.

**Palabras clave:** Sepsis, choque séptico, grosor de cuádriceps femoral, estancia hospitalaria prolongada.

## I. MARCO TEÓRICO

La sepsis es una disfunción orgánica potencialmente mortal causada por una respuesta desregulada del huésped a la infección; es un proceso continuo de estadios progresivos, que consta de una respuesta de grado variable a diversos factores relacionados, puede contribuir a la disfunción o falla de órganos, lo anterior clínicamente se traduce en un síndrome evolutivo que potencialmente puede provocar la muerte. Esta noción se extiende a patógenos bacterianos, fúngicos, virales y parasitarios. Entre los factores asociados a la sepsis están: la virulencia del germen, cantidad del inóculo, bacterias multirresistentes o condiciones preexistentes de los pacientes como la edad, comorbilidades, inmunosupresión, entre otras. La mayoría de las ocasiones es resultado de una infección subyacente que coexiste con otra patología, misma que contribuye a la progresión de la infección, por ejemplo, los estados comórbidos inflamatorios como diabetes mellitus, hipertensión arterial sistémica, enfermedades reumatológicas, cáncer, etc.  
(1)

Desde una perspectiva fisiopatológica, la sepsis a menudo se ha considerado como un síndrome que evoluciona desde un estadio inicial de inflamación sistémica e hipermetabólica hacia una fase más prolongada de inmunosupresión, caracterizada por agotamiento de los linfocitos y apoptosis, disminución de la capacidad de los monocitos y macrófagos para liberar citocinas y aparición de infecciones secundarias. Sin embargo, los paradigmas más nuevos sugieren que el sistema inmunológico abarca dos direcciones opuestas al mostrar signos tanto de inflamación excesiva como de supresión inmune.<sup>(1)</sup>

Los procesos metabólicos celulares sufren cambios fundamentales sin volver a la homeostasis normal. El alcance de la inflamación y la supresión inmune varía entre individuos y está determinado tanto por factores del huésped (heterogeneidad, genética, edad y comorbilidades), patógenos (carga, tipo y virulencia) como relacionados con la terapia (momento, adecuación). Recientemente, esto también se ha denominado tormenta de citocinas o desequilibrio entre los patrones

moleculares asociados a daños (DAMPS) y los patrones moleculares asociados a patógenos (PAMPS).<sup>(2)</sup>

El daño celular a los órganos es el resultado de ataques complejos e interactivos que involucran activación endotelial, coagulopatía, alteraciones en la microcirculación, deterioro de la función mitocondrial, aumento de la apoptosis, incremento de la permeabilidad intestinal y alteración del metabolismo de la glucosa y las proteínas. Un número significativo de pacientes que sobreviven a la agresión séptica inicial soportan una estancia prolongada y complicada en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI). Este estado patológico se asocia típicamente con un catabolismo proteico continuo con pérdida de masa muscular, insuficiencia orgánica persistente, debilidad neuromuscular, caquexia, mala cicatrización de heridas, infecciones recurrentes y deterioro cognitivo y se ha definido como "síndrome de catabolismo, inmunosupresión e inflamación persistente".<sup>(2)</sup>

Para la identificación de la infección se cuenta típicamente con tres tipos de datos que pueden alentar a realizar diagnóstico de sepsis, la aparición de signos clínicos de respuesta del huésped, presencia de signos de infección y la presencia de la invasión microbiológica o signos de sobreinfección. Por la heterogeneidad del padecimiento que es la sepsis, se han propuesto marcadores bioquímicos que facilitan el diagnóstico, para así iniciar un tratamiento oportuno y apropiado, optimizando las posibilidades de supervivencia del paciente con choque séptico.<sup>(3)</sup>

La respuesta metabólica es la agresión adaptativa, pero su persistencia en fases tardías, se asocia a peor pronóstico, de acuerdo con García Martínez y colaboradores en una publicación del 2020, La respuesta desregulada del huésped causada por la infección induce alteraciones fisiológicas progresivas secundarias a los altos requerimientos de energía lo que genera un estado hipercatabólico que presenta el paciente en estado séptico, representando una pérdida de hasta el 70% de masa muscular durante el internamiento, por un balance proteico neto negativo, lo que lleva al paciente a sarcopenia.<sup>(4)</sup>

De igual forma el manejo del paciente con choque séptico sigue siendo un reto para el médico de terapia intensiva, ya que múltiples factores influyen directamente en la severidad del cuadro, desde factores del paciente propiamente hasta factores

externos como la inmovilidad del paciente, el uso de relajantes musculares, ventilación mecánica prolongada el desarrollo de la miopatía del enfermo en estado crítico y la sarcopenia que este tipo de pacientes desarrollan durante su estancia en la UCI.<sup>(4)</sup>

La principal finalidad de identificar las condiciones de musculatura magra en el paciente con choque séptico es la de monitorizar de manera objetiva y a pie de cama, el deterioro sarcopénico que estos pacientes presentan, así como de las complicaciones asociadas al déficit que representa tomando en cuenta que este oscila entre un 20 a 70%. La infección, el bajo aporte calórico e inmunidad están íntimamente relacionadas y cada una de ellas, por separado, puede inducir o potenciar a la otra. Variaciones o manipulaciones sobre una de ellas, tendrá repercusión sobre las otras y conducir a un peor pronóstico.<sup>(5)</sup>

El grosor del cuádriceps femoral como dato de desnutrición en el paciente séptico nos obliga a conocer más sobre el tema, esta estructura se ubica en la zona anterior del muslo y está constituido por el músculo vasto medial, vasto intermedio, vasto lateral y recto femoral, las fibras de los cuatro músculos se originan en diferentes estructuras óseas de la pelvis y el fémur, insertándose distalmente alrededor de la patela. Un grosor de músculo femoral menor de 2.5 centímetros al ingreso a UCI se constituyó como un predictor de estancia prolongada y valores por debajo de 1.7 cm se relacionaron a mayor mortalidad.<sup>(6)</sup>

El valor del ultrasonido como herramienta en la valoración nutricional tiene cada vez más aceptación a través de la medición del sistema 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) para un análisis cuantitativo del mismo. 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 musculo.<sup>(7)</sup>

Además del diafragma, los músculos de las extremidades inferiores son los más propensos al hipercatabolismo, la depleción proteica y la atrofia temprana. Durante

los primeros 5 días de estancia del paciente en la UCI se suele constatar una gran disminución del grosor de las extremidades inferiores. Así, el grosor de los músculos se convierte en un excelente indicador antropométrico del tamaño de la masa muscular total. Igualmente, y desde un punto de vista conceptual, el seguimiento de la pérdida de la masa muscular durante la estancia del paciente en la UCI podría permitir la exitosa identificación de aquellos pacientes que se beneficiarían máximamente de intervenciones multidisciplinarias individualizadas. <sup>(8)</sup>

El cuádriceps femoral reúne en un solo grupo el recto femoral y los 3 vastos musculares (medial, intermedio y lateral) del muslo. El gran volumen del cuádriceps femoral le permite funciones importantes para la estación bípeda y la deambulación del individuo como la flexión de la cadera y la extensión de la rodilla. Esta misma propiedad haría del cuádriceps femoral un objetivo único de evaluación y seguimiento nutricionales. Se ha encontrado en los pacientes críticamente enfermos una pérdida de al menos el 12.5 % del área transversal del recto femoral tras 7 días de estancia en la UCI como resultado de la respuesta a la agresión, el hipercatabolismo, y la incapacidad de satisfacer los requerimientos nutrimentales aumentados del enfermo durante la fase aguda de la enfermedad. <sup>(10)</sup>

Varios métodos experimentales se han descrito y validado para la medición in vivo del tamaño de la masa muscular esquelética. La ecografía a pie de cama se ha convertido en una alternativa atractiva, inocua, reproducible y costo-efectiva para la medición del tamaño de la masa magra esquelética y la cuantificación de la depleción muscular que ocurre durante la estancia del enfermo en la unidad de terapia intensiva. En consecuencia, la ecografía del cuádriceps femoral sería una importante herramienta para la cuantificación de la depleción proteica durante la estadía del paciente en la UCI. Un tamaño disminuido del cuádriceps femoral identificaría a los pacientes que han sufrido una importante depleción proteica y, por lo tanto, están en riesgo de deuda energético-nutricional. <sup>(10)</sup>

A pesar de los avances en la medicina en las últimas décadas, siguen ingresando un gran número de pacientes en nuestros hospitales con enfermedades médicas agudas y crónicas descompensadas, aunque se ha observado un cambio en el perfil

de la estancia hospitalaria de estos pacientes ya que disminuye la mortalidad, pero se incrementa el número de reingresos hospitalarios sobre todo en relación inversa a su estancia hospitalaria previa. El motivo más frecuente de ingreso de los pacientes con enfermedad médica en la unidad de cuidados intensivos (UCI) es la insuficiencia respiratoria aguda que requiere de ventilación mecánica, hecho que ocurre en más del 30% de los casos, aunque si bien es verdad que la mortalidad en este tipo de pacientes ha ido disminuyendo en los últimos años, donde la estancia en la UCI y el diagnóstico, junto con la edad, pueden influir en el pronóstico de cada paciente. <sup>(11)</sup>

De acuerdo con Sánchez Velázquez y colaboradores en su estudio realizado en un trabajo de investigación en la ciudad de México definió la estancia prolongada como aquella estancia posterior al tercer cuartil, ocurriendo mayor o igual a 6 días, así su población de estudio quedó incluida en los primeros cuartiles de su análisis, lo anterior se consideró un avance novedoso para la medicina crítica. Los factores de riesgo para estancia prolongada en UCI se han estudiado más en pacientes con enfermedades quirúrgicas debido al tiempo prolongado de intubación, uso de membrana extracorpórea y reintubación fueron predictores de estancia igual o superior a 1 día. <sup>(12)</sup>

En los últimos años, el desarrollo de la ecografía crítica ha supuesto una revolución, ya que permite evaluar en tiempo real diferentes parámetros, así como el seguimiento sin exposición del paciente a la radiación. La ecografía del cuádriceps femoral sería una importante herramienta para la cuantificación de la depleción proteica, al realizar la medición del cuádriceps femoral en sus diferentes porciones identificar un tamaño disminuido de este músculo en los pacientes que han sufrido una importante depleción proteica y, por lo tanto, están en riesgo de deuda energética y mayor pérdida de musculatura magra siendo esto un factor de riesgo para estancia prolongada en la UCI. <sup>(13)</sup>

## II. ANTECEDENTES

La sepsis es una de las causas de muerte más frecuente en todo el mundo, según datos publicados en 2020 se produjeron 48.9 millones de casos y 11 millones de muertes relacionadas con la sepsis en todo el mundo, lo que representa el 20% de todas las defunciones a escala mundial; cerca de la mitad (20 millones) de todos los casos de produjeron en menores de 5 años. Por cada 1,000 paciente hospitalizados, se estima que 15 desarrollaran sepsis como complicación derivada de la atención de salud. <sup>(14)</sup>

Números estudios la mayoría realizados en Estados Unidos, Europa y Oceanía que se enfocan en la atención en la UCI, alrededor del 15.98% refieren diagnósticos de sepsis o choque séptico con una mortalidad del 20 al 59%, en Estados Unidos de Norte América la base de datos de Premier Healthcare que representa aproximadamente el 20% de las altas reportadas en hospitales privados y académicos mencionan que la mortalidad general de sepsis y choque séptico. De acuerdo a la publicado por el Centro Nacional de Información Biotecnológica en más de 3,000 pacientes de las unidades de cuidados intensivos de 24 naciones de la Unión Europea ingresaron por sepsis de esta población hasta el 42% requiere hospitalización y entre el 5 y 10% ingresan a terapia intensiva. <sup>(15)</sup>

Son pocos los datos que existen sobre la incidencia de sepsis en América Latina, el estudio BASES fue el primero llevado a cabo en Brasil, el cual reportaba una tasa de mortalidad del 21,8%, en los primeros 28 días de estancia, en fechas más recientes la sociedad brasileña de cuidados críticos corino un estudio multicéntrico incluyendo 75 unidades de cuidados intensivos en el cual el 16.7% presentaba diagnóstico de sepsis, la tasa de mortalidad fue a los 28 días del 46.6%. <sup>(16)</sup>

En México los centros participantes de investigación sobre sepsis como lo es la Fundación Sepsis México, la Sociedad Mexicana de Medicina de Emergencias A.C. y la Asociación de Medicina de Emergencias y Desastres de México A.C. reportan que la prevalencia de la sepsis en México es del 12.9% mayor que en otros países inclusive el doble en comparación con otros como Turquía. En un estudio de 18

UCI mexicanas reportó que el 85% de sus ingresos estaban relacionados con sepsis. <sup>(17)</sup>

Una de las publicaciones de Elsevier en 2020 determina que la estancia intrahospitalaria prolongada en los pacientes con enfermedades graves, pueden perder del 15 al 20% de la masa muscular en la primera semana de ingreso a UCI, y la mayor proporción del músculo se pierde en aquellos con insuficiencia orgánica en aumento, como lo son los pacientes con shock séptico. Dicho estudio identificó que el 34% de los pacientes con estancia prolongada superior a 14 días presentaban contracturas y otros trastornos a nivel muscular clínicamente lo que contribuyó a la reducción de la movilidad y el lento retorno de los arcos de la movilidad de los pacientes observados. <sup>(17)</sup>

La evolución de la función diafragmática en el paciente críticamente enfermo a nivel intercostal en la zona de oposición constituye el mejor abordaje para evaluar la disfunción y atrofia diafragmática en el paciente con soporte ventilatorio ya sea de manera asistida o controlada. Los valores normales de engrosamiento a nivel de la capacidad residual funcional son 1,8 a 3 mm. Goligher y colaboradores en su estudio multicéntrico reportaron que en los primeros ocho días de estancia intrahospitalaria el 44% de los pacientes presentaron una disminución del 10% de engrosamiento diafragmático. En este grupo de pacientes se observó una baja contractilidad diafragmática y un elevado “driving pressure” en los parámetros respiratorios. Los autores concluyeron que la presión soporte debe ser titulada para mantener y estimular la contractilidad diafragmática, evaluada a través de ultrasonografía. <sup>(18)</sup>

En el artículo publicado por Ortega Pérez, et al. en México de agosto a octubre de 2020, se analizó el grosor muscular a nivel deltoideo y femoral en los días tres, cinco y siete de estancia en la UCI, Se obtuvo una muestra de 38 pacientes, de los cuales 22 fueron del sexo masculino; la media de edad fue 46.58 años y el diagnóstico de ingreso a la UCI más frecuente fue choque séptico de origen pulmonar. Se realizaron mediciones del delta de grosor muscular en el ingreso y, subsecuentemente, los días tres, cinco y siete de estancia en la UCI. A nivel femoral,

al ingreso la media fue de 3.56 cm, observándose una reducción gradual al día siete de 2.76 cm; para el músculo deltoides, se observó una tendencia similar, ya que la media al ingreso fue de 1.23 mm, mientras que para el día siete la media fue de 0.93 mm. <sup>(19)</sup>

Actualmente en el estado de Hidalgo no se cuenta con estudios, literatura o textos que documenten la relación entre la disminución del cuádriceps femoral y la estancia hospitalaria, por lo que se desarrollarse este estudio marcaría un punto de comparación para las nuevas investigaciones.

### III. JUSTIFICACIÓN

Actualmente a nivel internacional se continúa con la investigación de nuevos protocolos para la realización de un monitoreo muscular continuo, seguro y eficaz que permita evaluar como ingresan nuestros pacientes en su día cero a la unidad y como es evolucionan durante su estancia una vez que egresan terminando así su fase aguda. Los pacientes con choque séptico que ingresan a la unidad de cuidados intensivos (UCI) necesitan ser monitorizados con respecto a la pérdida de masa muscular magra, esto secundario al estado hipercatabólico que el choque séptico les genera, la cual debe ser registrada al ingreso y egreso con el fin de identificarse como factor de riesgo de la pérdida de masa muscular como determinante a sufrir una mayor estancia hospitalaria dentro de la UCI. Con el uso de tecnología de fácil acceso, reproducible y sin radiación se pueden realizar monitorizaciones continuas a pie de cama de los pacientes que manifiestan estados hipercatabólicos como lo es el choque séptico y la monitorización continúa de dichas pérdidas musculares.

En el Hospital General de Pachuca los pacientes con sepsis y choque séptico son un motivo frecuente de ingreso así como de estancia prolongada, por lo que contar con recursos accesibles, que puedan realizarse de manera cotidiana y de fácil aplicación, favorecería la toma de decisiones para el médico intensivista respecto a analizar cómo es que reciben a estos paciente y que decisiones tomar para que el paciente pierda la mínima cantidad de musculatura magra, lo que se lograría observar a través del grosor del cuádriceps femoral como herramienta guía para identificar la relación que existiría entre la estancia prolongada en UCI y el porcentaje de pérdida muscular.

#### **IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En México, el diagnóstico de sepsis representa un alto porcentaje de los ingresos en las áreas de UCI en los distintos hospitales, se ha considerado que de 100 ingresos 10 están relacionados directamente con sepsis y hasta un 50% de camas en unidad de terapia intensiva son ocupadas por pacientes con sepsis y/o choque séptico. Debido a que el Hospital General de Pachuca es el hospital de mayor concentración del estado de Hidalgo, con el uso de tecnología accesible, de fácil aplicación y reproducible como lo es la ecografía a pie de cama para la identificación y monitorización continua de la depleción proteica secundaria a un estado hipercatabólico como lo es el choque séptico es prevalente en los pacientes críticos, con una incidencia tan alta como del 40%, asociándose a un incremento en la mortalidad y en la aparición de complicaciones. Teniendo como finalidad la monitorización ultrasonográfica del paciente con sepsis y choque séptico logrando identificar a los pacientes con mayor pérdida muscular y realizar un enfoque multidisciplinario para el manejo de los mismos, así como las complicaciones asociadas.

La pérdida de la musculatura magra en ambas patologías es un desafío para los médicos y difiere del enfoque multidisciplinario en los pacientes críticamente enfermos. La respuesta desregulada de la huésped causada por la infección induce alteraciones fisiológicas progresivas que pueden limitar la capacidad metabólica, por este motivo, identificar de manera oportuna el grosor del cuádriceps femoral como dato de riesgo permitirá evaluar de manera precoz y con ello mejorar la atención médica integral, la rehabilitación física oportuna y obtener como resultado un mejor pronóstico y disminuir las estancias hospitalarias secundarias a esta patología. Lo anterior nos lleva a plantear la siguiente pregunta de investigación:

#### **IV.1.- Pregunta de investigación**

¿La disminución del grosor del cuádriceps femoral mediante ultrasonografía predice la estancia prolongada en los pacientes con diagnóstico de sepsis y de choque séptico en la unidad de cuidados intensivos del Hospital General de Pachuca de abril a septiembre 2025?

#### **IV.2- OBJETIVOS:**

##### **OBJETIVO GENERAL**

Identificar el grosor del cuádriceps femoral por medio de ultrasonografía en pacientes con sepsis, comparado con el de pacientes con choque séptico como predictor de la estancia hospitalaria prolongada en la unidad de cuidados intensivos del Hospital General de Pachuca, de abril a septiembre 2025.

##### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar las características sociodemográficas y clínicas, de los pacientes con diagnóstico de sepsis y choque séptico del servicio de Cuidados Intensivos del Hospital General de Pachuca de abril a septiembre del 2025.
- Evaluar el grosor del cuádriceps femoral mediante ultrasonido en los pacientes con sepsis y choque séptico en tres cortes: ingreso, día cuatro y día siete en la unidad de cuidados intensivos del Hospital General de Pachuca en el periodo de abril a septiembre del 2025.
- Evaluar el efecto en la estancia hospitalaria en la unidad de cuidados intensivos con respecto a la disminución del grosor del cuádriceps femoral en los pacientes con sepsis y choque séptico en el periodo de abril a septiembre del 2025.

### **IV.3- HIPÓTESIS**

Hipótesis nula:

Los pacientes con diagnóstico de choque séptico y sepsis con menor disminución del grosor del cuádriceps femoral evaluado mediante ultrasonido al ingreso, al día cuatro y siete en la unidad de cuidado intensivos del Hospital General de Pachuca de abril a septiembre del 2025, permanecen el mismo número de días que quienes tiene mayor disminución del grosor de cuádriceps femoral.

Hipótesis alterna:

Los pacientes con choque séptico o sepsis al ingreso a la unidad de cuidados intensivos del Hospital General de Pachuca de abril a septiembre del 2025 tienen como predictor de mayor estancia hospitalaria la disminución del grosor de cuádriceps femoral.

## **V.- MATERIAL Y MÉTODOS**

### **V.1.- Diseño de investigación**

Estudio observacional analítico, longitudinal, prospectivo de cohorte.

### **V.2.- Análisis estadístico de la información.**

Para la estadística descriptiva, según la escala de las variables, los datos se presentaron mediante medidas de tendencia central y dispersión (mediana, media y desviación estándar), así como con frecuencias absolutas y relativas. Se aplicó el modelo de regresión de supervivencia con riesgos proporcionales de Cox para determinar la influencia del grosor del cuádriceps femoral como predictor en los días de estancia hospitalaria.

Se evaluó el grosor del cuádriceps femoral mediante ultrasonografía como predictor de estancia hospitalaria prolongada en dos grupos de pacientes hospitalizados: con sepsis y con choque séptico, en tres momentos distintos: al ingreso a la Unidad de Cuidados Intensivos, al cuarto día y al séptimo día de estancia.

Al ingreso al estudio, se midió el grosor del cuádriceps femoral en todos los pacientes incluidos. Una vez reunida la muestra total, se calculó la mediana del grosor muscular y se dividió a los pacientes en dos grupos: aquellos con grosor menor o igual a la mediana (grupo expuesto) y aquellos con grosor mayor a la mediana (grupo no expuesto). Posteriormente, se volvió a evaluar el grosor muscular en los días 4 y 7, y se registró el egreso hospitalario de ambos grupos.

En el cálculo de supervivencia, se estimó que los pacientes con menor grosor muscular permanecieron hospitalizados en mayor proporción (0.60) que aquellos que conservaron mayor masa muscular (0.30). Se consideró un valor de  $p < 0.05$  para establecer significancia estadística. Todos los análisis se realizaron con el paquete IBM SPSS Statistics versión 26.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

### **V.3.- Ubicación espacio-temporal**

#### **V.3.1.- Lugar**

Servicio de Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de Pachuca.

#### **V.3.2.- Tiempo**

Se analizó el tiempo comprendido de marzo 2025 a septiembre del 2025.

#### **V.3.3.- Persona**

Pacientes que ingresaron a hospitalización con diagnóstico de choque séptico en el área de Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de Pachuca.

## **V.4. SELECCIÓN DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO**

### **V.4.1 Criterios de inclusión**

Pacientes que ingresaron al Hospital General de Pachuca, en el área de Unidad de Cuidados Intensivos que se corroboró el diagnóstico de sepsis y choque séptico, mismos a los que se realizó medición del cuádriceps con ultrasonido durante el internamiento a su ingreso, al cuarto y séptimo día de hospitalización.

### **V.4.2 Criterios de exclusión.**

Pacientes con diagnóstico de choque de otra índole.

Pacientes en los que no se pueda realizar medición ultrasonográfica por características anatómicas del paciente.

Pacientes menores de 18 años.

#### **V.4.3 Criterios de eliminación.**

Pacientes con expediente incompleto.

Pacientes que retiren su autorización para participar en el estudio.

### **V.5 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA Y MUESTREO.**

#### **V.5.1.- Tamaño de la muestra**

De acuerdo con los datos epidemiológicos del año 2023 del Hospital General de Pachuca, ingresaron 89 pacientes con diagnóstico de choque séptico y 42 pacientes con diagnóstico de sepsis a la Unidad de Cuidados Intensivos. Con el Programa para Análisis Epidemiológico de Datos Tabulados EPIDAT, versión 3.1, y bajo un criterio del 95% de nivel de confianza, una potencia de 0.80 y una proporción de pérdidas del 5%, se calculó el tamaño de muestra para la comparación de curvas de supervivencia entre dos grupos.

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha})^2 + Z_{1-\beta})^2}{\frac{[p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2)]}{(p_1 - p_2)^2}}$$

Tamaño de muestra 84 expedientes de pacientes

Aunque inicialmente se planteó el uso del programa EPIDAT 3.1 para el cálculo del tamaño de muestra, el análisis definitivo se realizó mediante fórmula manual basada en la comparación de proporciones para curvas de supervivencia, utilizando valores teóricos de 30% y 60% de supervivencia entre grupos. Estos porcentajes fueron estimados con base en la literatura científica (García Martínez et al.)<sup>(4)</sup> y en la fisiopatología del paciente séptico, dada la limitación de antecedentes institucionales robustos. La decisión metodológica respondió a la necesidad de

establecer un contraste clínicamente plausible entre grupos, considerando una población total disponible de 121 pacientes (89 con choque séptico y 42 con sepsis), de los cuales se seleccionaron 76 y 15 respectivamente para conformar la muestra final.

#### **V.5.2. Muestreo**

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, incluyendo pacientes adultos ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de Pachuca entre abril y septiembre de 2025, que cumplieran con los criterios de selección.

### **VI. Aspectos Éticos:**

El estudio se llevó a cabo con los principios éticos de la declaración de Helsinki y la Ley General de Salud en México en materia de investigación en salud. De acuerdo con su artículo 17, título segundo, capítulo 1, se consideró esta investigación como de riesgo mínimo y no implica ningún riesgo físico a los participantes.

Debido a que la investigación se realizó en los pacientes hospitalizados, los tutores o familiares responsables dieron su consentimiento informado por escrito y los pacientes su asentimiento informado. En el consentimiento y asentimiento informado se explicaron características, procedimientos y beneficios del estudio, así como los riesgos, esto previamente explicado de manera verbal a cada paciente.

Los pacientes y sus familiares responsables fueron libres de elegir participar o no en la investigación, y tuvieron la posibilidad de abandonar el estudio en el momento que lo decidieran, sin necesidad de justificar su decisión. La investigación no generó ningún gasto económico para los participantes, ni implicó compensación monetaria; en todo momento se les permitió solicitar información sobre los procedimientos y técnicas aplicadas.

Los datos se obtuvieron mediante el llenado de un formulario de datos generales y anatómicos, realizado por el responsable de la investigación, así como por la evaluación del estado de salud y la medición física, llevadas a cabo por un médico residente capacitado en presencia del médico adscrito en turno.

El investigador cumplió con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana y en la Ley General de Salud, conforme a los artículos 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119 y 120.

## **VII.- Recursos humanos, físicos y financieros.**

### **Recursos Humanos:**

Investigador principal José Luis Calvo Hernández, médico especialista en urgencias, médico residente de medicina del enfermo en estado crítico, un asesor clínico Dra. Cisley Yasimil Soto Acosta; y uno metodológico Dra. Miroslava Porta Lezama.

### **Recursos físicos:**

Infraestructura e instalaciones del Hospital General Pachuca.

### **Recursos materiales:**

Equipo de ultrasonido marca Fujifilm modelo Sonosite M-turbo, con transductor líneal, Laptop, impresora, hojas, lápices, bolígrafos, gomas, paquete SPSS. Los gastos generados del presente estudio serán cubiertos por los investigadores participantes.

## VIII. RESULTADOS

Durante el periodo comprendido entre abril y septiembre de 2025, se incluyeron 91 pacientes ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de Pachuca con diagnóstico de sepsis (n = 15) o choque séptico (n = 76). La caracterización basal permitió describir el perfil clínico y antropométrico de la cohorte, así como el comportamiento del grosor muscular en los primeros siete días de estancia hospitalaria.

Los valores promedio muestran una población predominantemente adulta, con índice de masa corporal dentro del rango de sobrepeso leve, y una reducción progresiva del grosor del cuádriceps femoral desde el ingreso hasta el día 7. La estancia hospitalaria en UCI fue en promedio de 9.81 días, con un rango de 7 a 37 días.

Las características generales de la muestra se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características clínicas, antropométricas y musculares de los pacientes con sepsis y choque séptico ingresados a UCI, Hospital General Pachuca, abril-septiembre 2025

<b>VARIABLE</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIANA</b>	<b>DESV. TÍPICA</b>	<b>MINIMO</b>	<b>MAXIMO</b>
<b>EDAD (AÑOS)</b>	55.48	50	18.52	21	88
<b>TALLA (CM)</b>	160.03	160	8.94	140	180
<b>PESO (KG)</b>	66.30	60	17.95	39	110
<b>ÍNDICE DE MASA</b>	25.49	24	5.89	16	42

<b>CORPORAL (IMC)</b>					
<b>GROSOR DEL CUÁDRICEPS FEMORAL DÍA 1 (CM)</b>	3.39	3.2	0.63	2.1	4.65
<b>GROSOR DEL CUÁDRICEPS FEMORAL DÍA 4 (CM)</b>	3.12	3.0	0.68	1.8	4.4
<b>GROSOR DEL CUÁDRICEPS FEMORAL DÍA 7 (CM)</b>	2.59	2.5	0.58	1.6	3.5
<b>ESTANCIA HOSPITALARIA EN UCI (DÍAS)</b>	9.81	8	5.52	7	37

Fuente. Formulario de recolección de datos

La tabla 2 presenta la frecuencia y el porcentaje de participantes agrupados por rangos de edad. Esta información permite identificar la concentración etaria predominante en la muestra, lo cual es relevante para interpretar los resultados en función del perfil poblacional. Se observa una mayor representación en el grupo de 41 a 50 años, seguido por los rangos de 71 a 80 y 31 a 40 años. Para conocer los detalles completos de esta distribución, consulte la Tabla 2.

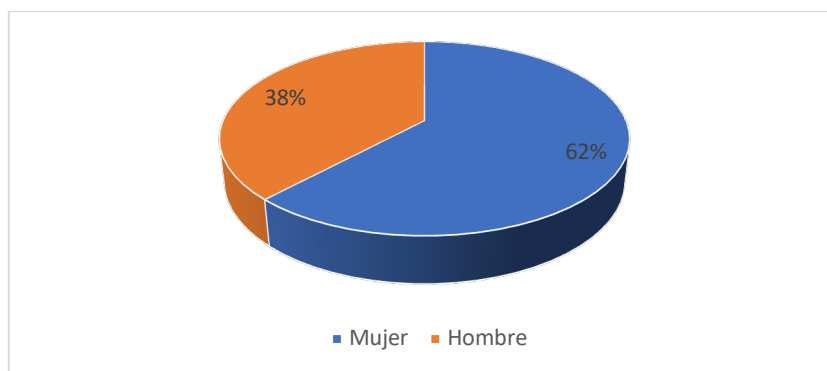
Tabla 2. Distribución por rangos de edad de pacientes con sepsis y choque séptico ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de Pachuca, abril–septiembre de 2025

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
21 – 30	6	6.6
31 – 40	15	16.4
41 – 50	27	29.7
51 - 60	8	8.8
61 - 70	7	7.7
71 - 80	18	19.8
81 - 90	10	11
<b>TOTAL</b>	<b>91</b>	<b>100</b>

Fuente. Formulario de recolección de datos

La Figura 1 presenta la distribución por sexo de los pacientes incluidos en el estudio

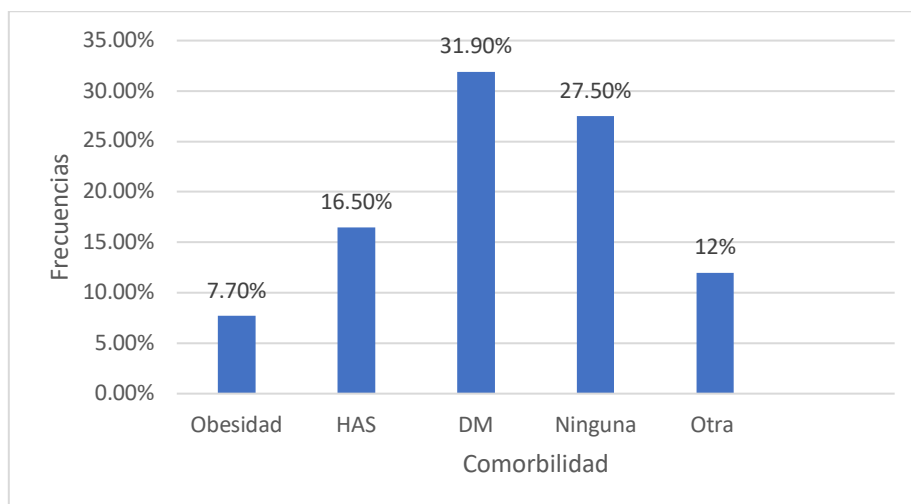
Figura 1. Distribución por sexo de pacientes con sepsis y choque séptico ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de Pachuca, abril–septiembre de 2025



Fuente. Formulario de recolección de datos

La Figura 2 presenta la distribución de comorbilidades en pacientes con sepsis y choque séptico ingresados a la UCI. Se observa que la diabetes mellitus (DM) fue la condición más prevalente, presente en el 31.9% de los casos (n=29), seguida por hipertensión arterial sistémica (HAS) con 16.5% (n=12). Un 27.5% de los pacientes no reportó comorbilidades, mientras que otras condiciones como obesidad (7.7%), cáncer (4.4%) y diagnósticos diversos (12%) también estuvieron representadas.

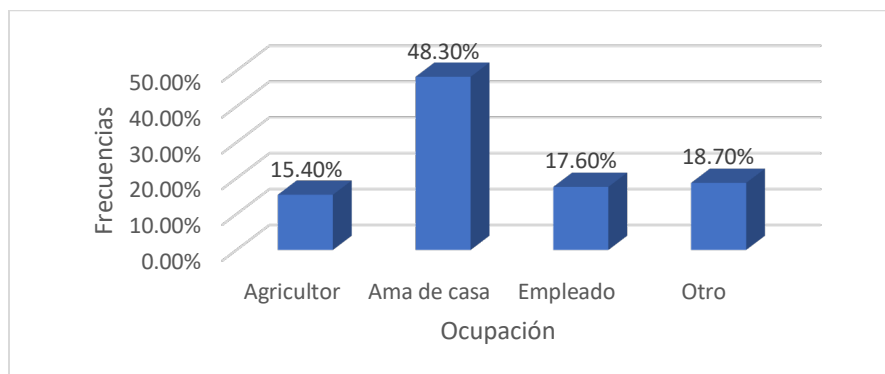
Figura 2. Distribución de comorbilidades en pacientes con sepsis y choque séptico ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de Pachuca, abril–septiembre de 2025.



Fuente. Formulario de recolección de datos

La Figura 3 detalla la ocupación reportada por los pacientes incluidos en el estudio. Se observa que el grupo más representado corresponde a amas de casa (48.3%, n=44), seguido por ocupaciones clasificadas como “otro” (18.7%, n=17), empleados (17.6%, n=16) y agricultores (15.4%, n=14).

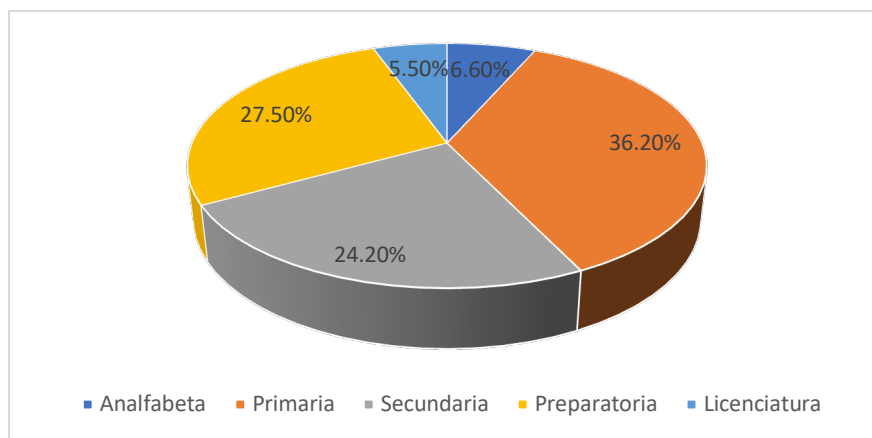
Figura 3. Distribución ocupacional de pacientes con sepsis y choque séptico ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de Pachuca, abril–septiembre de 2025.



Fuente. Formulario de recolección de datos.

Se observa que la mayoría cuenta con educación primaria (36.2%, n=33), seguida por preparatoria (27.5%, n=25) y secundaria (24.2%, n=22). Un pequeño porcentaje reportó estudios universitarios (5.5%, n=5), mientras que el 6.6% (n=6) no cuenta con escolaridad formal.

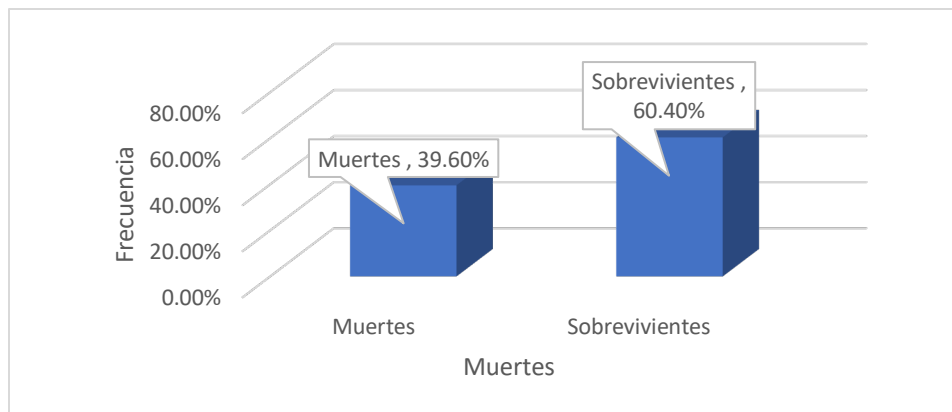
Figura 4. Nivel educativo de pacientes con sepsis y choque séptico ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de Pachuca, abril–septiembre de 2025.



Fuente. Formulario de recolección de datos

Se documentó una mortalidad del 39.6% (n=36), mientras que el 60.4% (n=55) de los pacientes sobrevivió al episodio crítico.

Figura 5. Distribución de desenlaces clínicos en pacientes con sepsis y choque séptico ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de Pachuca, abril–septiembre de 2025.



Fuente. Formulario de recolección de datos.

Se aplicó la prueba de Chi-cuadrado para comparar la distribución de pacientes con choque séptico y sepsis entre los días 1, 4 y 7 de medición, según los puntos de corte establecidos para circunferencia muscular periférica. El análisis reportó un valor de  $p = 0.886$ , lo que indica que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la proporción de pacientes con choque séptico y sepsis entre los tres momentos evaluados (ver tabla 3).

Tabla 3. Comparación de proporciones de pacientes con y sin choque séptico según punto de corte de circunferencia muscular en tres momentos de medición. Unidad de Cuidados Intensivos, Hospital General de Pachuca, abril–septiembre de 2025.

Día de medición	Punto de corte (cm)	Pacientes con choque séptico (n, %)	Sepsis (n, %)	p (chi-cuadrado)
<b>DÍA 1</b>	≤ 3.20	39 (83.0%)	8 (17.0%)	0.886
	> 3.20	37 (84.1%)	7 (15.9%)	
<b>DÍA 4</b>	≤ 3.00	40 (83.3%)	8 (16.7%)	
	> 3.00	36 (83.7%)	7 (16.3%)	
<b>DÍA 7</b>	≤ 2.50	38 (82.6%)	8 (17.4%)	
	> 2.50	38 (84.4%)	7 (15.6%)	

Fuente. Formulario de recolección de datos

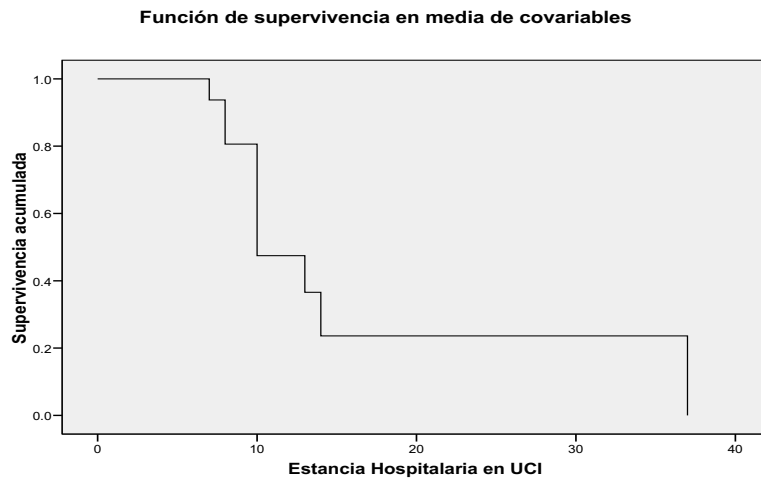
La Tabla 4 presenta los desenlaces clínicos y la media de estancia en UCI según el grosor muscular medido al ingreso (día 1), utilizando un punto de corte de 3.2 cm. El grupo expuesto ( $\leq 3.2$  cm) mostró una mayor mortalidad (44.7%) y menor supervivencia (55.3%) en comparación con el grupo no expuesto ( $> 3.2$  cm), que presentó 34.1% de mortalidad y 65.9% de supervivencia. La media de estancia en UCI fue menor en el grupo expuesto (8.68 días) frente al grupo no expuesto (11.02 días). El análisis de supervivencia mediante modelo de Cox reportó un HR = 0.525 IC95%0.254-1.084 lo que indica que no se alcanzó significancia estadística, aunque se observa una tendencia hacia menor riesgo en el grupo con mayor grosor muscular (ver tabla 4 y figura 6).

Tabla 4 Desenlaces clínicos y estancia hospitalaria según grosor muscular al ingreso (día 1) en pacientes con sepsis y choque séptico. Unidad de Cuidados Intensivos, Hospital General de Pachuca, abril–septiembre de 2025.

Grupo por grosor muscular al ingreso (día 1)	n pacientes	Mortalidad (n, %)	Supervivientes (n, %)	Media estancia en uci (días)	Hr (cox)	IC95%
<b>≤ 3.2 CM (GRUPO EXPUESTO)</b>	47	21 (44.7%)	26 (55.3%)	8.68	0.525	0.254-1.084
<b>&gt; 3.2 CM (GRUPO NO EXPUESTO)</b>	44	15 (34.1%)	29 (65.9%)	11.02		
<b>TOTAL</b>	91	36 (39.6%)	55 (60.4%)	9.81		

Fuente: Formulario de recolección de datos.

Figura 6. Curva de supervivencia ajustada por grosor muscular en pacientes con sepsis y choque séptico ingresados a UCI, (día 1) abril–septiembre de 2025.



Fuente: Base de datos del estudio

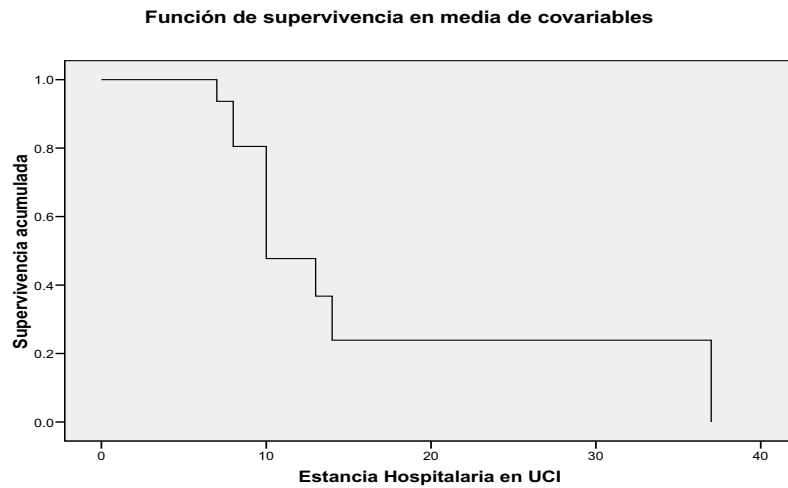
La Tabla 5 presenta los desenlaces clínicos y la media de estancia en UCI según el grosor muscular periférico medido en el día 4 de ingreso, utilizando un punto de corte de 3.0 cm. Para evaluar el riesgo de mortalidad entre los grupos expuesto ( $\leq 3.0$  cm) y no expuesto ( $> 3.0$  cm), se aplicó un modelo de regresión de Cox. El análisis reportó un hazard ratio (HR) de 0.564 con un IC95% 0.272 – 1.171, lo que indica que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el riesgo de muerte entre ambos grupos. Sin embargo, se observa una tendencia hacia menor riesgo en el grupo con mayor grosor muscular, que también presentó mayor supervivencia (65.1%) y una estancia promedio más prolongada en UCI (11.02 días) en comparación con el grupo expuesto (8.73 días) (ver tabla 5 y figura 7).

Tabla 5 Desenlaces clínicos y estancia hospitalaria según grosor muscular al ingreso (día 4) en pacientes con sepsis y choque séptico. Unidad de Cuidados Intensivos, Hospital General de Pachuca, abril–septiembre de 2025.

Grupo por grosor muscular al ingreso (día 4)	n Pacientes	Mortalidad (n, %)	Supervivientes (n, %)	Media estancia en uci (días)	Hr (cox)	IC95%
<b><math>\leq 3</math> CM (GRUPO EXPUESTO)</b>	48	21 (43.8%)	27 (56.2%)	8.73	0.564	0.272 – 1.171
<b><math>&gt; 3</math> CM (GRUPO NO EXPUESTO)</b>	43	15 (34.9%)	28 (65.1%)	11.02		
<b>TOTAL</b>	91	36 (39.6%)	55 (60.4%)	9.81		

Fuente: Formulario de recolección de datos

Figura 7. Curva de supervivencia ajustada por grosor muscular en pacientes con sepsis y choque séptico ingresados a UCI, (día 4) abril–septiembre de 2025.



Fuente: Formulario de recolección de datos

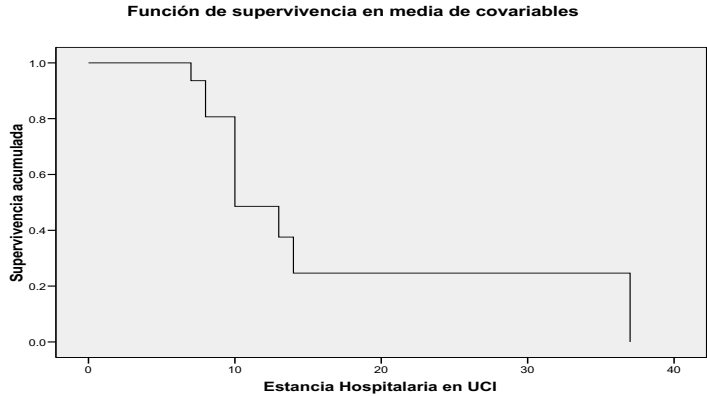
La Tabla 6 presenta los desenlaces clínicos y la media de estancia en UCI según el grosor muscular periférico medido en el día 7 de ingreso, utilizando un punto de corte de 2.5 cm. Los pacientes fueron clasificados en grupo expuesto ( $\leq 2.5$  cm) y no expuesto ( $> 2.5$  cm). Para evaluar el riesgo de mortalidad entre ambos grupos se aplicó un modelo de regresión de Cox, el cual reportó un hazard ratio (HR) de 0.592 con un IC95% 0.284 – 1.234. Aunque el resultado no fue estadísticamente significativo, se observa una tendencia hacia menor riesgo de muerte en el grupo con mayor grosor muscular. Este grupo también presentó menor mortalidad (33.3%) y mayor supervivencia (66.7%), así como una estancia promedio más prolongada en UCI (10.78 días) en comparación con el grupo expuesto (8.87 días).

Tabla 6. Desenlaces clínicos y estancia hospitalaria según grosor muscular al ingreso (día 7) en pacientes con sepsis y choque séptico. Unidad de Cuidados Intensivos, Hospital General de Pachuca, abril–septiembre de 2025.

Grupo por grosor muscular al ingreso (día 7)	n Pacientes	Mortalidad (n, %)	Supervivientes (n, %)	Media estancia en uci (días)	Hr (cox)	IC95 %
<b><math>\leq 2.5</math> CM (GRUPO EXPUESTO)</b>	46	21 (45.7%)	25 (54.3%)	8.87	0.592	0.284 – 1.234
<b><math>&gt; 2.5</math> CM (GRUPO NO EXPUESTO)</b>	45	15 (33.3%)	30 (66.7%)	10.78		
<b>TOTAL</b>	91	36 (39.6%)	55 (60.4%)	9.81		

Fuente. Formulario de recolección de datos.

Figura 8. Curva de supervivencia ajustada por grosor muscular en pacientes con sepsis y choque séptico ingresados a UCI, (día 7) abril–septiembre de 2025.



Fuente. Formulario de recolección de datos.

## IX.DISCUSIÓN

En este estudio, se observó una reducción progresiva del grosor del cuádriceps femoral: de 3.39 cm al ingreso, a 3.12 cm en el día 4, y 2.59 cm en el día 7. Esta tendencia coincide con lo reportado por García Martínez et al. <sup>(4)</sup>. Aunque se identificaron diferencias entre grupos en términos de grosor muscular y desenlace clínico, los resultados no alcanzaron significancia estadística. <sup>(1,2)</sup>

La literatura ha documentado que la pérdida muscular en pacientes críticos puede alcanzar entre el 15% y 20% durante la primera semana, <sup>(17)</sup> y hasta el 70% en casos graves <sup>(4)</sup>. En esta muestra, se observó una disminución del 23.6% en el grosor muscular femoral en un periodo de siete días, lo que refleja una tendencia compatible con la sarcopenia acelerada descrita en pacientes con choque séptico. Ortega Pérez et al. <sup>(19)</sup> reportaron una reducción similar (de 3.56 cm a 2.76 cm), lo que respalda la consistencia de los hallazgos en población mexicana. No obstante, en el presente estudio, las diferencias observadas entre grupos no alcanzaron significancia estadística.

La literatura ha documentado que la pérdida muscular en pacientes críticos puede alcanzar entre el 15% y 20% durante la primera semana <sup>(17)</sup>, y hasta el 70% en casos graves. <sup>(4)</sup> En nuestra cohorte, se observó una disminución del 23.6% en el grosor muscular femoral en un periodo de siete días, lo que se alinea con esta tendencia. Sin embargo, las diferencias observadas no alcanzaron significancia estadística. Ortega Pérez et al. <sup>(19)</sup> reportaron una reducción similar (de 3.56 cm a 2.76 cm), lo que respalda la consistencia de los hallazgos en población mexicana.

El uso de ultrasonido como herramienta de evaluación nutricional ha sido validado por múltiples estudios, <sup>(7,10,13)</sup> destacando su utilidad para medir masa magra de forma no invasiva y reproducible. En particular, el cuádriceps femoral ha sido identificado como un marcador sensible de depleción proteica y de riesgo de estancia prolongada. <sup>(6,8)</sup> En este estudio, los valores promedio al ingreso (3.39 cm) se ubicaron por encima del umbral de riesgo (<2.5 cm), y aunque se observó una reducción progresiva en el grosor muscular durante la estancia, dicha variación no

fue estadísticamente significativa ni congruente con lo reportado en la literatura. No obstante, el comportamiento descendente sugiere que el monitoreo seriado podría contribuir a anticipar desenlaces clínicos adversos.

La distribución de comorbilidades en esta cohorte refuerza el papel de los estados inflamatorios crónicos como factores predisponentes para sepsis grave. La diabetes mellitus fue la condición más prevalente (31.9%), seguida por hipertensión arterial sistémica (16.5%), mientras que un 27.5% de los pacientes no reportó comorbilidades. Estos datos son consistentes con lo descrito por García Martínez <sup>(4)</sup> y otros autores, <sup>(1,5)</sup> quienes señalan que la coexistencia de enfermedades inflamatorias crónicas favorece la progresión de la sepsis y agrava el estado hipercatabólico. Sin embargo, en este estudio, las asociaciones entre comorbilidades y desenlaces clínicos no alcanzaron significancia estadística, por lo que no se logró confirmar dicha relación en esta muestra.

Desde el punto de vista estadístico, se aplicó la prueba de Chi-cuadrado para comparar la proporción de pacientes con sepsis y choque séptico entre los días 1, 4 y 7, según puntos de corte de circunferencia muscular periférica. No se encontraron diferencias significativas ( $p = 0.886$ ), lo que sugiere que la evolución del grosor muscular no se asocia directamente con el tipo de diagnóstico, sino con la progresión metabólica del paciente.

Los análisis de supervivencia mediante modelos de regresión de Cox mostraron que los pacientes con mayor grosor muscular presentaron menor mortalidad y mayor estancia hospitalaria, aunque sin alcanzar significancia estadística. En el día 1, el grupo con  $\leq 3.2$  cm tuvo una mortalidad del 44.7% frente al 34.1% del grupo  $> 3.2$  cm (HR = 0.525;  $p = 0.082$ ). En el día 4, el grupo  $\leq 3.0$  cm presentó una mortalidad del 43.8% frente al 34.9% en el grupo  $> 3.0$  cm (HR = 0.564;  $p = 0.124$ ). En el día 7, el grupo  $\leq 2.5$  cm tuvo una mortalidad del 45.7% frente al 33.3% en el grupo  $> 2.5$  cm (HR = 0.592;  $p = 0.162$ ). Ninguno de los valores alcanzó significancia estadística, y los resultados obtenidos difieren de lo reportado en estudios previos. <sup>(6,10,17)</sup>

## **X. CONCLUSIONES**

La población estudiada presentó una distribución predominante en adultos con sobrepeso leve y mayor representación femenina. Las comorbilidades más frecuentes fueron diabetes mellitus e hipertensión arterial sistémica.

Se observó una reducción progresiva del grosor muscular femoral durante la estancia en UCI. Esta pérdida se registró en los tres momentos de medición establecidos, sin embargo, no fueron estadísticamente significativo.

No se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de sepsis y choque séptico en relación con los puntos de corte de circunferencia muscular periférica.

Los modelos de regresión de Cox aplicados en los días 1, 4 y 7 mostraron una tendencia constante hacia menor riesgo de mortalidad en los pacientes con mayor grosor muscular, sin alcanzar significancia estadística.

La estancia hospitalaria fue mayor en los pacientes con mayor grosor muscular en cada punto de corte evaluado, pero no fueron estadísticamente significativos.

## **XI. RECOMENDACIONES**

1. Implementar la medición seriada del grosor muscular femoral mediante ultrasonido como parte del monitoreo funcional en pacientes críticos con sepsis y choque séptico, con el fin de generar datos longitudinales que permitan evaluar su utilidad clínica.
2. Considerar el grosor muscular como parámetro complementario en la evaluación nutricional y funcional, especialmente en pacientes con comorbilidades metabólicas como diabetes mellitus e hipertensión arterial, reconociendo que su valor pronóstico aún requiere validación estadística.
3. Integrar estrategias de soporte nutricional y rehabilitación temprana en pacientes con reducción progresiva de masa muscular, independientemente

del diagnóstico específico, como medida preventiva ante el riesgo potencial de desenlaces adversos.

4. Utilizar los hallazgos ecográficos para orientar intervenciones multidisciplinarias, enfocadas en preservar la masa muscular durante la estancia en UCI, en el marco de protocolos que incluyan seguimiento sistemático y análisis comparativo.
5. Fortalecer la investigación sobre el valor pronóstico del grosor muscular en desenlaces clínicos, mediante estudios con mayor tamaño muestral, control de variables de confusión y seguimiento prolongado, dado que en este estudio no se alcanzó significancia estadística.

## XII. ANEXOS

### Anexo 1:



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE HIDALGO

**IMSS-BIENESTAR**  
**Hospital General Pachuca**  
**Subdirección de Capacitación, Enseñanza e Investigación**  
**Coordinación de Investigación**



**Responsable:** Médico especialista: Dr. José Luis Calvo Hernández.

Lugar y Fecha: Pachuca de Soto a abril de 2025.

Yo \_\_\_\_\_

Luego de haber sido ampliamente informado, declaro libre y voluntariamente que acepto participar en el estudio:

Disminución del grosor del cuádriceps femoral evaluado por ultrasonografía como factor de riesgo para estancia prolongada en UCI del Hospital General de Pachuca en el paciente con sepsis y choque séptico de abril a septiembre del 2025.

Declaro que he sido informado acerca de los procedimientos, pruebas y tratamientos a los que seré sometido, y que consisten en la recolección de la información que forma parte de mi expediente clínico, así como la medición por medio de ultrasonido de mi musculo cuádriceps femoral y la información que al investigador convengan para la realización del mismo. Así mismo declaro que estoy consciente que es un estudio considerado como de mínimo riesgo para participar ya que se realizaran mediciones en tres periodos diferentes que es al ingreso, cuarto y séptimo día, mediante ultrasonografía método que no utiliza ningún tipo de radiación y no es invasivo situación que no afecta mi estado de salud, sabiendo que no requiere de experimentación clínica, física o farmacológica. Entiendo que, del presente estudio, se derivará una estadística para evaluar el beneficio de la mejora de atención en los pacientes con diagnóstico de sepsis y choque séptico para mejorar la atención de los mismos.

Es de mi conocimiento que seré libre de retirarme de la presente investigación al momento que yo lo desee; también que puedo solicitar la información adicional acerca de los riesgos y beneficios de mi participación en dicho estudio. En caso de que decidiera retirarme, la atención que como paciente recibo en esta institución no será afectada. En caso de tener alguna duda puedo dirigirme, con el Dr. José Luis Calvo Hernández al teléfono 771 141 51 83, o con el presidente del Comité de Ética en Investigación, Dra. Maricela Soto Ríos tel. 771 713 46 49. En virtud de lo anterior, doy mi consentimiento por escrito para que los médicos de la unidad de terapia intensiva del Hospital General de Pachuca, lleven a cabo los procedimientos necesarios de dicho estudio, en caso de suceder algún tipo de complicación, no existe conducta dolosa.

---

Paciente. (Nombre y Firma)

---

Testigo.

---

Testigo.

**Anexos 2:**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE HIDALGO

**Servicios de Salud IMSS-BIENESTAR  
Hospital General Pachuca  
Subdirección de Capacitación, Enseñanza e Investigación  
Coordinación de Investigación**



**Subdirección de Enseñanza y Capacitación e Investigación.  
Departamento de Investigación.**

**HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

**Ficha de identificación:**

**Nombre del paciente:** \_\_\_\_\_

**Edad:** \_\_\_\_\_ **Sexo:** \_\_\_\_\_

**Fecha de ingreso a UCI:** \_\_\_\_\_

**SOFA score de ingreso:** \_\_\_\_\_ **SOFA score de egreso:** \_\_\_\_\_

**Autorización de participar en estudio: Afirmativo ( ) Negativo ( ).**

**Fecha de ingreso:** \_\_\_\_\_ **Fecha de Egreso:**

\_\_\_\_\_

**Días de estancia intrahospitalaria:** \_\_\_\_\_

<b>GROSOR DEL CUADRICEPS FEMORAL.</b>					
<b>INGRESO:</b>		<b>DÍA 4 EIH:</b>		<b>DÍA 7 EIH:</b>	
<b>FECHA:</b>	<b>GROSOR:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>GROSOR:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>GROSOR:</b>

**Nombre y firma de paciente y/o Familiar responsable:** \_\_\_\_\_

### **XIII. BIBLIOGRAFIA.**

1. Coopersmith CM, De Backer D, Deutschman CS, Ferrer R, Lat I, Machado FR. Campaña de supervivencia a la sepsis: prioridades de investigación para la sepsis y el choque séptico. *Crit Care Med.* 2018;46(8):1334–56.
2. De Waele E, Malbrain MLNG, Spapen H. Nutrition in Sepsis: A Bench-to-Bedside Review. *Nutrients.* 2020; 12(2):395.
3. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, Bellomo R, Bernard GR, Chiche JD, Coopersmith CM, Hotchkiss RS, Levy MM, Marshall JC, Martin GS, Opal SM, Rubenfeld GD, van der Poll T, Vincent JL, Angus DC. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). *JAMA.* 2016; 23;315(8):801-10.
4. Vaquerizo Alonso C, Bordejé Laguna L, Fernández-Ortega JF, Bordejé Laguna ML, Fernández Ortega JF, García de Lorenzo y Mateos A, et al. Recomendaciones para el tratamiento nutrometabólico especializado del paciente crítico: introducción, metodología y listado de recomendaciones. Grupo de Trabajo de Metabolismo y Nutrición de la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias (SEMICYUC). *Medicina Intensiva.* 2020; 44:1–14.
5. Páez Candelaria Y, Bacardí Zapata PA, Romero García LI, Gondres Legró KM, Jones Romero O, Legró Bisset G. Sepsis y nutrición artificial en pacientes graves desnutridos. *Rev. Panor.* 2021; 11:6-11.
6. Acosta CM, Urbano M, Tusman G. Estudio sonográfico del diafragma. Una nueva herramienta diagnóstica para el anestesiólogo. *Rev Chil Anest.*2018;47:110-124.

7. Gutiérrez Zárate D, Rosas Sánchez K, Cerón Díaz U, Limbert Sagardia C, Martínez Zubieta R. Ultrasonografía del musculoesquelético como valoración nutricional en el paciente crítico. *Med Crit* 2017;31(3):122-127.
8. Rodríguez Portelles AC, Castro Morales T, Piriz Assa AR, Céspedes Rómulo AM. La ecografía del cuádriceps como indicador de la depleción energético-nutricional en los pacientes pediátricos críticamente enfermos. *Rev Cubana Aliment Nutr.* 2020; 30 (2).
9. 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.
10. Sanz Paris A. Ecografía en la valoración de la masa muscular. Criterios GLIM (Global Leadership Initiative on Malnutrition) a cuestión (I). *Nutr Hosp* 2023;40(N.º Extra 1):5-9
11. Santana JR, Hernández Hernández LS. Pronóstico de los pacientes médicos según la duración de su estancia en la Unidad de Cuidados intensivos. *Med intensiva.* 2014;2(2014):126–8.
12. Sánchez Velázquez LD, Reyes Sánchez ME. Estancia prolongada en terapia intensiva: predicción y consecuencias. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int* 2002;16(2):41-47.
13. Gorordo del Sol LA. Et al. Sepsis y choque séptico en los servicios de urgencias de México: estudio multicéntrico de prevalencia puntual. *Gac. Méd. Mex.* 2020; 495-501.

14. Fleischmann-Struzek C, Rudd K. Challenges of assessing the burden of sepsis. *Med Klin Intensivmed Notfmed*. Epub 2023: 68-74.
15. Paoli CJ, Reynolds MA, Sinha M, Gitlin M, Crouser R. Epidemiology and Costs of Sepsis in the United States-An Analysis Based on Timing of Diagnosis and Severity Level. *Crit Care Med*. 2019 Dec;46(12): 1889-1897.
16. Carrillo Esper R, Peña Pérez CA, Sosa García JO. Sepsis de las bases moleculares a la campaña para incrementar la supervivencia. Academia Nacional de Medicina 2015, Intersistemas S.A de C.V.
17. Morgan A. Long-term outcomes from critical care. *Critical illness and intensive care*. 2020;1: 2020):1-6
18. Acosta CM, Urbano MS, Tusman G. Estudio sonografico del diafragma una nueva herramienta diagnostica para el anestesiólogo. *Rev Chil Anest* 2018; 47:110-124.
19. Ortega PAQ, Ramírez LJM, Silva MMA, Gaona VLS, Ortega PJN. Delta de grosor muscular femoral y deltoideo por ultrasonografía en la valoración nutricional en la unidad de cuidados intensivos. *Med Crit*. 2024;38(1):35-39.
20. Asociación de Academias de la Lengua Española (ASALE). Real Academia de la lengua española. 2023a ed. Felipe IV, 4 - 28014 Madrid: (ASALE); 2023.
21. Rodríguez Ávila N. Envejecimiento: Edad, Salud y Sociedad. *Horiz Sanit [Internet]*. 2018;17(2):87-8.
22. Alberto Lifshitz G. Sobre la "comorbilidad". *Acta médica grupo ángeles*. 2018;14(2018):61-2.
23. Alvarez E, Gómez S, Muñoz I, Navarrete E, Riveros ME, Rueda L. Definición y desarrollo del concepto de ocupación: ensayo sobre la experiencia de

- construcción teórica desde una identidad local. Rev Chil de Terapia Ocupacional. 2021;(2):161–115.
24. Gutiérrez Ramírez S, Ramírez Sánchez DF, Valladares Sánchez CL. El nivel de escolaridad y su incidencia en el futuro laboral de los jóvenes: opinión de estudiantes indígenas y no indígenas de nivel secundaria y bachillerato de Tenango de Doria; Hidalgo, México. Polis, México. 2021;1–37.
  25. Pérez Nieto OR, Zamarrón López E, Deloya Tomas E. Manual Básico ventilación mecánica para áreas críticas, segunda edición, 2019 isbn: 978-607-7566-55-7.
  26. Clínica Universidad de Navarra. Diccionario Médico. Cima Universidad de Navarra, editor. Navarra-España.: CIMA Diagnostics; 2023.
  27. Real Academia española. Diccionario histórico de la lengua española (DHLE). 2018. Vol.5 Versión del 31.
  28. Instituto Nacional de Estadística. Métodos y proyectos Glorario de conceptos. 2023.
  29. Suárez-Carmona W, Sánchez-Oliver AJ. Índice de masa corporal: ventajas y desventajas de su uso en la obesidad. Relación con la fuerza y la actividad física.
  30. Ceballos Acevedo T, Velásquez Restrepo PA, Jaén Posada JS. Duración de la estancia hospitalaria. Metodologías para su intervención. Rev Gerenc Polít Salud. 2018; 13(27): 274-295.
  31. Marcio Borges Sa. Manual código sepsis, Edición en español. Editorial Distribuna, 2022.

32. Shime et al. The Japanese Clinical Practice Guidelines for Management of Sepsis and Septic Shock 2024. *Intensive Care*. (2025) 13:15.
33. Lumb P, Karatkitos d, *Ecografía en medicina intensiva*. Tercera edición. Elsevier Editorial 2015.
34. Damiani E, Carsetti A, Casarotta RD, Scorcella C, Donati A, Microcirculation guided resuscitation in sepsis: The next frontier, *Front. Med*. 2023.
35. Romero Gonzalez G, Koratala A, Ronco C. Expanding the role of PoCUS diuretic strategies for congestion management in critical care. *Intensive Care*, 2025.