



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

Área de sección transversal basal del recto femoral y pérdida porcentual al día 7 medidas por ecografía como factores asociados a estancia prolongada en UCI en pacientes críticos del Hospital Nacional Arzobispo Loayza, 2026-2028

Baseline rectus femoris cross-sectional area and percentage loss at Day 7 measured by ultrasound as factors associated with prolonged ICU length of stay in critically ill patients at Arzobispo Loayza National Hospital, 2026-2028

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN
MEDICINA INTENSIVA

AUTOR

MANUEL SEBASTIAN VASQUEZ CORDOVA

ASESOR

MICHAEL JOEL BEJARANO VERGARA

LIMA – PERÚ

2026

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El egresado:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	VASQUEZ CORDOVA MANUEL SEBASTIAN

(Agregar filas adicionales si hay más autores)

◦ Pertenecientes al programa de **SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN MEDICINA INTENSIVA**, autor del proyecto de investigación titulado: **Área de sección transversal basal del recto femoral y pérdida porcentual al día 7 medidas por ecografía como factores asociados a estancia prolongada en UCI en pacientes críticos del Hospital Nacional Arzobispo Loayza, 2026-2028**, el cual ha sido elaborado y aprobado, para optar por el **TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN MEDICINA INTENSIVA**, bajo la modalidad de **Proyecto de investigación**.

En calidad de docente (s) asesor (es) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	BEJARANO VERGARA MICHAEL JOEL	Medicina	Asesor

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **13%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **3651394479**; fecha de entrega: **16-09-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 17 de Septiembre del 2026.**



Firma del asesor

N° DNI: 44817647

ORCID: 0009-0005-7663-715X

Firma del Co-asesor

N° DNI:

ORCID:

.....

1. RESUMEN

La pérdida acelerada de masa muscular es común en pacientes críticos y se asocia con peor pronóstico, debilidad adquirida y mayor estancia en UCI. La ecografía muscular permite una evaluación no invasiva y repetible del músculo esquelético. Este estudio busca determinar la relación entre el área de sección transversal basal y su pérdida porcentual al día 7, medidas por ecografía, con la estancia en UCI mayor a 14 días en pacientes del Hospital Nacional Arzobispo Loayza (2026–2028). Se diseñó un estudio observacional, prospectivo y de cohorte con 220 adultos seleccionados consecutivamente. La medición basal del área del recto femoral se hará dentro de las primeras 48 horas del ingreso a UCI y la segunda al día 7, con una ventana de ± 24 horas, en pacientes que sigan hospitalizados y sea posible la medición. La pérdida porcentual se calculará como: $[(\text{CSA basal} - \text{CSA día 7}) / \text{CSA basal}] \times 100$. El desenlace principal será estancia prolongada en UCI (>14 días), considerando alta, traslado, referencia o fallecimiento. Se empleará estadística descriptiva, comparación bivariada y regresión logística multivariada ajustada por covariables predefinidas. Se explorará la capacidad discriminativa del CSA basal y la pérdida porcentual al día 7 con curvas ROC y análisis de sensibilidad para pacientes fallecidos antes de 14 días. Este estudio aportará evidencia local sobre la utilidad de la ecografía muscular como herramienta simple para la estratificación de pacientes críticos.

Palabras clave: Enfermedad Crítica; Ultrasonografía; Músculo Cuádriceps; Unidades de Cuidados Intensivos.

2. INTRODUCCIÓN

La enfermedad crítica desencadena una respuesta inflamatoria, neuroendocrina y metabólica caracterizada por hipercatabolismo, resistencia anabólica, inmovilización y pérdida acelerada de músculo esquelético. Este deterioro puede iniciarse desde los primeros días de estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) y se ha relacionado con debilidad adquirida en UCI, menor recuperación funcional, mayor requerimiento de soporte ventilatorio, prolongación de la estancia en cuidados intensivos y peores desenlaces clínicos (1–3).

La evaluación de la masa muscular constituye un componente relevante en la valoración integral del paciente crítico. Los criterios GLIM reconocen la reducción de masa muscular como un criterio fenotípico para el diagnóstico de malnutrición, mientras que las recomendaciones de soporte nutrometabólico en medicina intensiva señalan que la desnutrición se asocia con infecciones, disfunción orgánica, mayor estancia hospitalaria y mortalidad (11,12). En este contexto, disponer de herramientas objetivas, repetibles y aplicables al lado de la cama resulta importante para identificar pacientes con mayor riesgo de evolución desfavorable durante la estancia en UCI.

Los métodos tradicionales para estimar la masa muscular tienen un uso limitado en pacientes críticos, debido a su inestabilidad clínica, la dificultad para trasladarlos y los factores que pueden alterar la precisión de las mediciones. (1,6,10). Estas barreras dificultan su aplicación seriada durante la evolución del paciente en UCI.

La ecografía muscular es una herramienta práctica, segura y no invasiva para evaluar la masa muscular en pacientes críticos. En particular, permite medir junto a

la cama el área de sección transversal del recto femoral (CSA), un indicador cuantitativo sensible a los cambios producidos por el catabolismo y la inmovilización. Su evaluación al ingreso y al séptimo día permite estimar la pérdida muscular temprana y aportar información relevante sobre la evolución clínica del paciente en la UCI (2,6,7). Este enfoque resulta especialmente relevante donde la inmovilización, la inflamación sistémica, la ventilación mecánica, la sepsis y la gravedad de la enfermedad pueden acelerar la pérdida de masa muscular en pocos días.

A pesar del creciente interés en la ultrasonografía muscular, persisten limitaciones relacionadas con la estandarización de los puntos de medición, la reproducibilidad de la técnica, los puntos de corte clínicamente útiles y la validación de sus hallazgos en poblaciones con características epidemiológicas distintas (6,7,9). En América Latina y particularmente en hospitales públicos peruanos, la evidencia sobre la asociación entre el CSA del recto femoral, su pérdida porcentual temprana y la estancia prolongada en UCI aún es limitada. Por ello, evaluar una medición ecográfica simple, seriada y aplicable al contexto asistencial local puede contribuir a mejorar la estratificación clínica del paciente crítico.

En este estudio, se considerará estancia prolongada en UCI cuando el paciente permanezca hospitalizado por más de 14 días. Este límite permite reconocer a quienes, después de superar la etapa aguda inicial, requieren cuidados intensivos durante un periodo mayor. Además, coincide con uno de los criterios más utilizados para definir la enfermedad crítica crónica (13). La elección también se apoya en estudios que muestran que la pérdida muscular puede continuar después de las primeras dos semanas, con cambios en el área de sección transversal del recto

femoral observados hasta los días 15 y 20. Por ello, evaluar el músculo al ingreso y al séptimo día podría ayudar a identificar tempranamente a los pacientes con mayor riesgo de permanecer más de 14 días en la UCI (2,6).

El presente estudio busca determinar la asociación entre el área de sección transversal basal del recto femoral y su pérdida porcentual al día 7, medidas por ecografía, con la estancia en UCI mayor de 14 días en pacientes críticos del Hospital Nacional Arzobispo Loayza durante el periodo 2026–2028. Se considera como tiempo cero el ingreso a UCI, debido a que la medición basal se realizará dentro de las primeras 24 a 48 horas de dicho ingreso. Este enfoque permite establecer una secuencia temporal clara entre las variables ecográficas y el desenlace, reduce la complejidad metodológica del estudio y prioriza un protocolo factible, reproducible y aplicable a la práctica clínica en una UCI de un hospital público peruano.

3. OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la asociación entre el área de sección transversal basal del recto femoral y su pérdida porcentual al día 7, medidas por ecografía, con la estancia en UCI mayor de 14 días en pacientes críticos ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional Arzobispo Loayza durante el periodo 2026–2028.

Objetivos específicos

- Describir las características clínicas y demográficas de los pacientes críticos incluidos en el estudio.
- Describir el área de sección transversal basal del recto femoral medida por ecografía dentro de las primeras 24 a 48 horas del ingreso a UCI.

- Calcular la pérdida porcentual del área de sección transversal del recto femoral al día 7
- Comparar el área de sección transversal basal del recto femoral y su pérdida porcentual al día 7 entre pacientes con estancia en UCI mayor de 14 días y pacientes con estancia en UCI menor o igual a 14 días.
- Evaluar la asociación independiente entre el área de sección transversal basal del recto femoral y su pérdida porcentual al día 7 con la estancia en UCI mayor de 14 días, ajustando por covariables clínicas preespecificadas.

4. MATERIAL Y MÉTODO

a) Diseño del estudio :Se realizará un estudio observacional, analítico, prospectivo y longitudinal, de tipo cohorte.

b) Población : La población estará conformada por pacientes adultos de 18 años o más ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos general o intermedia del Hospital Nacional Arzobispo Loayza, Lima, Perú, durante el periodo 2026–2028, que cumplan los criterios de elegibilidad. El seguimiento comenzará en el momento del ingreso y continuará hasta definir su situación clínica o comprobar una estancia mayor de 14 días. Se recopilarán los días de hospitalización previa y la unidad de procedencia. El análisis principal considerará a los pacientes dados de alta vivos hasta el día 14 y a quienes continúen vivos en la UCI después de este periodo; los fallecidos antes del día 14 se analizarán por separado como un evento competitivo.

Criterios de inclusión

- Edad igual o mayor de 18 años.

- Ingreso a UCI general o intermedia del Hospital Nacional Arzobispo Loayza durante el periodo de estudio.
- Posibilidad de realizar medición ecográfica basal del área de sección transversal del recto femoral dentro de las primeras 24 a 48 horas desde el ingreso a UCI.
- Disponibilidad anatómica para evaluar la región anterior del muslo.
- Seguimiento clínico documentable durante la estancia en UCI hasta alta de UCI, traslado, referencia, fallecimiento o cumplimiento de estancia en UCI mayor de 14 días.
- Consentimiento informado otorgado por el paciente o representante legal, según la condición clínica.

Criterios de exclusión

- Amputación de miembros inferiores, deformidad anatómica significativa o condición estructural que impida la evaluación ecográfica del muslo.
- Traumatismo, quemadura, cirugía reciente, infección local, hematoma extenso, heridas abiertas, dispositivos, drenajes o vendajes en la región anterior del muslo que impidan la medición ecográfica del recto femoral.
- Enfermedad neuromuscular preexistente, lesión medular, miopatía crónica avanzada o atrofia muscular severa documentada antes del ingreso.
- Edema masivo, anasarca o alteraciones locales de tejidos blandos que impidan delimitar adecuadamente el recto femoral por ecografía.

- Estancia previa mayor de 48 horas en otra UCI antes del ingreso a la unidad de estudio, cuando no sea posible establecer una medición basal comparable.
- Paciente en cuidados exclusivamente paliativos, con limitación activa del esfuerzo terapéutico desde el ingreso o con expectativa de supervivencia menor de 24 horas al momento del tamizaje.
- Imposibilidad de obtener consentimiento informado del paciente o representante legal, según corresponda.
- Negativa del paciente o representante legal para participar.

c) Muestra

La unidad de análisis será cada paciente adulto críticamente enfermo ingresado en la Unidad de Cuidados Intensivos general o intermedia del Hospital Nacional Arzobispo Loayza durante el periodo de estudio, que cumpla los criterios de selección establecidos.

Se empleará un muestreo no probabilístico consecutivo, incluyendo a todos los pacientes elegibles hasta completar el tamaño muestral requerido.

El tamaño muestral se calculó para evaluar la asociación principal mediante regresión logística binaria, siguiendo el enfoque de Hsieh, Bloch y Larsen. Se asumió una proporción de estancia prolongada en UCI de 50 %, un odds ratio mínimo detectable de 1,50 por cada incremento de una desviación estándar en la variable ecográfica principal, un nivel de significación bilateral de 5 % y una potencia estadística de 80 %. Bajo estos supuestos se requieren 209 pacientes evaluables.

Al tamaño calculado se añadió aproximadamente 5 % para compensar registros incompletos, imposibilidad técnica de la medición ecográfica o pérdidas durante el seguimiento, obteniéndose un tamaño final de 220 pacientes. Este número también permitiría disponer de alrededor de 110 eventos si la proporción del desenlace fuera cercana a 50 %, lo que favorece la construcción de un modelo multivariado parsimonioso con covariables preespecificadas.

El análisis de la pérdida porcentual del área de sección transversal al día 7 se realizará en la subcohorte de pacientes con medición disponible. Se reconoce que algunos pacientes podrían ser dados de alta de UCI, trasladados, fallecer o presentar imposibilidad técnica antes del día 7; por ello, se compararán las características basales de los pacientes con y sin medición al día 7 para evaluar posible sesgo de selección.

Los pacientes que fallezcan antes de cumplir 14 días desde el ingreso a UCI no serán excluidos del reclutamiento inicial. Estos casos serán considerados como eventos competitivos para el desenlace de estancia prolongada en UCI, serán descritos por separado y se incluirán en análisis de sensibilidad según lo establecido en el plan de análisis estadístico.

d) Definición operacional de variables

Las variables del estudio se organizarán en variables independientes principales, variable dependiente y covariables clínicas de ajuste.

Las variables independientes principales serán:

1. **Área de sección transversal basal del recto femoral**, medida por ecografía dentro de las primeras 24 a 48 horas del ingreso a UCI.

2. Pérdida porcentual del área de sección transversal del recto femoral al día

7, calculada mediante la fórmula:

$$\text{Pérdida de CSA (\%)} = [(CSA \text{ basal} - CSA \text{ día 7}) / CSA \text{ basal}] \times 100.$$

La variable dependiente será:

Estancia prolongada en UCI, definida como permanencia en la Unidad de Cuidados Intensivos mayor de 14 días, contada desde la fecha y hora de ingreso a UCI hasta el alta de UCI, traslado a otra unidad, referencia a otra institución o fallecimiento dentro de la UCI.

Las covariables clínicas de ajuste incluirán edad, sexo, diagnóstico de ingreso agrupado, APACHE II, ventilación mecánica invasiva, días de hospitalización previos al ingreso a UCI, tipo de unidad de ingreso —UCI general o intermedia— y mNUTRIC cuando se encuentre disponible. La tabla detallada de operacionalización de variables se presentará en el Anexo 2.

e) Procedimientos y técnicas:

Los pacientes elegibles serán reclutados después de obtener las autorizaciones correspondientes. Al inicio se registrará información clínica, nutricional y hospitalaria. Posteriormente, un evaluador capacitado realizará una ecografía del recto femoral con el paciente en posición supina. La medición se hará a dos tercios de la distancia entre la espina ilíaca anterosuperior y la rótula, aplicando mínima presión para evitar la compresión muscular.

Se obtendrán tres imágenes para calcular el promedio del área de sección transversal del recto femoral (CSA). La medición se realizará al ingreso y se repetirá el día 7 para determinar el porcentaje de pérdida muscular. El desenlace principal será una

estancia en UCI mayor de 14 días. Los pacientes fallecidos antes de ese periodo permanecerán en el estudio y serán evaluados como eventos competitivos. La calidad de las mediciones se garantizará mediante un protocolo estandarizado, una prueba piloto y el análisis de reproducibilidad.

f) Aspectos éticos del estudio

El estudio respetará los principios de la Declaración de Helsinki, las Buenas Prácticas Clínicas y la normativa nacional vigente en materia de investigación con seres humanos. El protocolo será evaluado y aprobado por el Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y por el comité correspondiente del Hospital Nacional Arzobispo Loayza antes del inicio del reclutamiento.

Se solicitará consentimiento informado al paciente o, si su condición clínica lo impide, a su representante legal. Cuando el paciente recupere la capacidad de decisión, se considerará la ratificación del consentimiento conforme a las indicaciones del comité de ética correspondiente.

La ecografía muscular es un procedimiento no invasivo, sin radiación y de riesgo mínimo. La participación en el estudio no modificará la atención clínica recibida, no interferirá con las decisiones terapéuticas del equipo asistencial y no implicará costos adicionales para el paciente o sus familiares.

Los pacientes que fallezcan durante el seguimiento serán manejados con estricta confidencialidad y respeto. El fallecimiento antes de los 14 días desde el ingreso a UCI será registrado como evento clínico durante el seguimiento y no como criterio de exclusión basal. La información de estos pacientes será analizada de forma codificada y utilizada únicamente con fines científicos.

Los datos serán codificados mediante un identificador único. La base de datos analítica no incluirá nombres, números de documento de identidad ni otros identificadores directos. Los archivos digitales, imágenes ecográficas y fichas de recolección se almacenarán en una base protegida con acceso restringido al equipo investigador.

Los instrumentos de recolección, consentimientos informados, protocolo ecográfico y fichas anexas deberán estar fechados, versionados y adjuntados al protocolo antes de su envío a revisión ética.

g) Plan de análisis

Los datos serán registrados en una base de datos electrónica diseñada para el estudio y sometidos a control de calidad antes del análisis. Se verificará la consistencia de los registros, la presencia de valores extremos, datos faltantes, duplicidad de registros y coherencia entre fechas de ingreso a UCI, medición ecográfica basal, medición al día 7 y egreso de UCI. El análisis estadístico se realizará con IBM SPSS Statistics v.29, Stata 18 o R.

Las variables cualitativas se describirán mediante frecuencias absolutas y porcentajes. Las variables cuantitativas se presentarán como media y desviación estándar o mediana y rango intercuartílico, según su distribución. La distribución de las variables continuas será evaluada mediante inspección gráfica, histogramas y prueba de Shapiro-Wilk.

El desenlace principal será estancia prolongada en UCI, definida como permanencia en la Unidad de Cuidados Intensivos mayor de 14 días desde la fecha y hora de ingreso a UCI hasta el alta de UCI, traslado a otra unidad, referencia a otra institución o fallecimiento dentro de la UCI. Para el análisis principal, los pacientes

serán clasificados en dos grupos: pacientes con estancia en UCI mayor de 14 días y pacientes con estancia en UCI menor o igual a 14 días.

Se describirán las características demográficas, clínicas y ecográficas de la población total. Posteriormente, se compararán dichas características entre los pacientes con y sin estancia prolongada en UCI. Para variables continuas, como el área de sección transversal basal del recto femoral y la pérdida porcentual del área de sección transversal al día 7, se utilizará la prueba t de Student si presentan distribución normal o la prueba U de Mann-Whitney si presentan distribución no normal. Para variables categóricas, se utilizará la prueba de chi cuadrado o la prueba exacta de Fisher, según corresponda.

El análisis principal evaluará la asociación entre el área de sección transversal basal del recto femoral y la estancia en UCI mayor de 14 días. El CSA basal se analizará inicialmente como variable continua. Si la distribución o la interpretación clínica lo justifican, también podrá categorizarse en terciles, cuartiles o según un punto de corte clínicamente razonable definido durante el análisis exploratorio.

La pérdida porcentual del área de sección transversal del recto femoral al día 7 se analizará como segunda variable independiente principal. Esta variable se calculará mediante la fórmula:

$$\text{Pérdida de CSA (\%)} = [(\text{CSA basal} - \text{CSA día 7}) / \text{CSA basal}] \times 100.$$

El análisis de la pérdida porcentual al día 7 se realizará en la subcohorte de pacientes con medición disponible. Debido a que algunos pacientes podrían ser dados de alta de UCI, trasladados, fallecer o presentar imposibilidad técnica antes de la medición del día 7, se compararán las características basales de los pacientes con y sin medición al día 7 para evaluar posible sesgo de selección.

Para estimar la magnitud de asociación, se construirán modelos de regresión logística binaria. La variable dependiente será la estancia en UCI mayor de 14 días, codificada como 0 = no y 1 = sí. Se reportarán odds ratios crudos y ajustados con intervalos de confianza al 95 %.

Se plantearán dos modelos principales:

Modelo 1: evaluará la asociación entre el área de sección transversal basal del recto femoral y la estancia en UCI mayor de 14 días.

Modelo 2: evaluará la asociación entre la pérdida porcentual del área de sección transversal del recto femoral al día 7 y la estancia en UCI mayor de 14 días en los pacientes con medición ecográfica disponible al día 7.

Los modelos multivariados serán ajustados por covariables clínicas preespecificadas, seleccionadas por plausibilidad clínica y relevancia metodológica: edad, sexo, APACHE II, diagnóstico de ingreso agrupado, ventilación mecánica invasiva, días de hospitalización previos al ingreso a UCI y tipo de unidad de ingreso, sea UCI general o intermedia. El puntaje mNUTRIC podrá ser incorporado en un modelo exploratorio o alternativo, debido a su posible colinealidad con variables de gravedad clínica y riesgo nutricional.

Se evaluará la presencia de colinealidad entre las covariables antes de construir los modelos multivariados. En caso de número insuficiente de eventos para la cantidad de covariables propuestas, se priorizará un modelo parsimonioso, manteniendo las variables con mayor relevancia clínica y metodológica. Se considerará significativo un valor de $p < 0,05$.

Los pacientes que fallezcan antes de cumplir 14 días desde el ingreso a UCI serán considerados como un grupo con evento competitivo, debido a que el fallecimiento temprano impide observar adecuadamente la ocurrencia de estancia prolongada en UCI. Estos pacientes no serán excluidos del reclutamiento inicial. Para el análisis principal, se realizará una evaluación excluyendo a los pacientes fallecidos antes del día 14. Adicionalmente, se realizará un análisis de sensibilidad considerando el fallecimiento antes del día 14 como parte de un desenlace clínico desfavorable compuesto, definido como estancia en UCI mayor de 14 días o muerte antes del día 14.

Los datos faltantes serán descritos indicando la frecuencia y proporción por variable. Si la proporción de datos faltantes es baja, se realizará análisis de casos completos. Si la proporción de datos faltantes es relevante, se evaluará el patrón de ausencia y se realizarán análisis de sensibilidad para determinar su impacto sobre los resultados. No se imputará la medición ecográfica del día 7 cuando esta no haya sido realizada por alta, traslado, fallecimiento o imposibilidad técnica; estos casos serán descritos y analizados como ausencia de medición al día 7.

De manera complementaria y exploratoria, si los resultados lo justifican, se podrá estimar la capacidad discriminativa del CSA basal y de la pérdida porcentual al día 7 mediante curvas ROC y área bajo la curva con intervalo de confianza al 95 %. Estos análisis serán considerados secundarios y no constituirán el objetivo principal del estudio.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hernández-Socorro CR, Ruiz-Santana S. Papel de la ultrasonografía en la valoración nutricional del paciente crítico. Med Intensiva. 2024;48(4):235-7. doi:10.1016/j.medin.2023.11.006.

2. van Ruijven IM, Stapel SN, Molinger J, Weijs PJM. Monitoring muscle mass using ultrasound: a key role in critical care. *Curr Opin Crit Care*. 2021;27(4):354-60. doi:10.1097/MCC.0000000000000846.
3. Real Poveda HE, Galindo Martín CA, Valles Guerrero A. Riesgo nutricional y ultrasonido muscular en el paciente críticamente enfermo. *Med Crit*. 2023;37(4):310-3. doi:10.35366/112164.
4. Puthuchearry ZA, Phadke R, Rawal J, McPhail MJW, Sidhu PS, Rowleron A, et al. Qualitative ultrasound in acute critical illness muscle wasting. *Crit Care Med*. 2015;43(8):1603-11. doi:10.1097/CCM.0000000000001016.
5. Cornejo-Pareja I, Soler-Beunza AG, Vegas-Aguilar IM, Fernández-Jiménez R, Tinahones FJ, García-Almeida JM. Predictors of sarcopenia in outpatients with post-critical SARS-CoV-2 disease: nutritional ultrasound of rectus femoris muscle, a potential tool. *Nutrients*. 2022;14(23):4988. doi:10.3390/nu14234988.
6. Formenti P, Umbrello M, Coppola S, Froio S, Chiumello D. Clinical review: peripheral muscular ultrasound in the ICU. *Ann Intensive Care*. 2019;9:57. doi:10.1186/s13613-019-0531-x.
7. Casey P, Alasmar M, McLaughlin J, Ang Y, McPhee J, Heire P, et al. The current use of ultrasound to measure skeletal muscle and its ability to predict clinical outcomes: a systematic review. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2022;13(5):2298-309. doi:10.1002/jcsm.13041.
8. Skoczynski R, Hansen J, Adhikary SD, Lehman E, Bonavia AS. Point-of-care ultrasound as a prognostic tool in critically ill patients: insights beyond core muscle mass. *Clin Med Insights Circ Respir Pulm Med*. 2025;20:29768675251397475. doi:10.1177/29768675251397475.
9. Bald A, Daum N, Schaller SJ. Peripheral muscle ultrasound in the ICU: current evidence, limitations, and future directions. *Intensive Care Med*. 2026;52:1336-9. doi:10.1007/s00134-026-08415-4.
10. Kim S, Kang DH, Hong G, Kim DK, Ju YR, Lee SI. Muscle mass in critically ill patients: analysis using ultrasound, traditional bioelectrical impedance analysis, and wearable devices: a prospective observational study. *Eur J Med Res*. 2026;31:232. doi:10.1186/s40001-026-03888-x.
11. Zamora-Elson M, Martínez-Carmona JF, Ruiz-Santana S. Recomendaciones para el tratamiento nutrometabólico especializado del paciente crítico: consecuencias de la desnutrición en el paciente crítico y valoración del estado nutricional. *Med Intensiva*. 2020;44 Suppl 1:19-23. doi:10.1016/j.medin.2020.01.007.
12. Cederholm T, Jensen GL, Correia MITD, Gonzalez MC, Fukushima R, Higashiguchi T, et al. GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition: a consensus report from the global clinical nutrition community. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2019;10(1):207-17. doi:10.1002/jcsm.12383.
13. Ohbe H, Satoh K, Totoki T, Tanikawa A, Shirasaki K, Kuribayashi Y, et al. Definitions, epidemiology, and outcomes of persistent/chronic critical illness: a scoping review for translation to clinical practice. *Crit Care*. 2024;28:435. doi:10.1186/s13054-024-05215-4.

6. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

Presupuesto: asumido por el autor principal del estudio.

Clasificador	Detalle	Cantidad	Costo (S/)	Subtotal (S/)
Bienes	Útiles de escritorio	1	400.00	400.00
Bienes	Impresiones y fotocopias	1	400.00	400.00
Servicios	Internet y almacenamiento seguro	24	30.00	720.00
Servicios	Movilidad	24	70.00	1680.00
Servicios	Capacitación en protocolo ecográfico	1	800.00	800.00
Servicios	Encuadernación	3	120.00	360.00
Contingencia	Imprevistos	1	600.00	600.00
	TOTAL			4960

Cronograma

Actividad	2026 I	2026 II	2027 I	2027 II	2028 I	2028 II
Revisión bibliográfica						
Protocolo y aprobación						
Aprobación ética						
Prueba piloto						
Recolección de datos						
Control de calidad						
Análisis estadístico						
Redacción de tesis						
Revisión final y sustentación						

7. ANEXOS

ANEXO 1. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Área de sección transversal basal del recto femoral y pérdida porcentual al día 7 medidas por ecografía como factores asociados a estancia prolongada en UCI en pacientes críticos del Hospital Nacional Arzobispo Loayza, 2026–2028.

I. Identificación del participante

Variable	Registro
Código del paciente	_____
Fecha de enrolamiento	___ / ___ / _____
Evaluator	_____

II. Datos generales

Variable	Registro
Edad	_____ años
Sexo	☐ Masculino ☐ Femenino
Fecha de ingreso hospitalario	___ / ___ / _____
Fecha y hora de ingreso a UCI	___ / ___ / _____ :
Días de hospitalización previos a UCI	_____ días
Tipo de unidad	☐ UCI general ☐ UCI intermedia

III. Datos clínicos basales

Variable	Registro
Diagnóstico principal de ingreso a UCI	_____
Diagnóstico agrupado	☐ Sepsis/shock ☐ Respiratorio ☐ Postoperatorio ☐ Neurológico ☐ Cardiovascular ☐ Otro
APACHE II	_____ puntos
mNUTRIC	_____ puntos ☐ No disponible

Variable	Registro
----------	----------

Ventilación mecánica invasiva primeras 24 h	☐ Sí ☐ No
---	---

IV. Ecografía basal del recto femoral

Variable	Registro
Fecha y hora de medición basal	___ / ___ / ____ :
Medición dentro de primeras 24–48 h de ingreso a UCI	☐ Sí ☐ No
Lado evaluado	☐ Derecho ☐ Izquierdo
Calidad de imagen	☐ Buena ☐ Regular ☐ Mala
Medición	CSA basal
Imagen 1	_____ cm ²
Imagen 2	_____ cm ²
Imagen 3	_____ cm ²
Promedio CSA basal	_____ cm ²

V. Ecografía del día 7

Variable	Registro
Fecha y hora de medición día 7	___ / ___ / ____ :
Medición dentro de ventana ± 24 h	☐ Sí ☐ No
Medición realizada	☐ Sí ☐ No
Si no se realizó, motivo:	
☐ Alta de UCI	
☐ Fallecimiento	
☐ Traslado/referencia	
☐ Imposibilidad técnica	
☐ Negativa	
☐ Otro: _____	

Medición	CSA día 7
Imagen 1	_____ cm ²
Imagen 2	_____ cm ²
Imagen 3	_____ cm ²
Promedio CSA día 7	_____ cm ²

VI. Cálculo de pérdida porcentual de CSA

Fórmula:

Pérdida de CSA (%) = [(CSA basal – CSA día 7) / CSA basal] × 100

Variable	Registro
CSA basal promedio	_____ cm ²
CSA día 7 promedio	_____ cm ²
Pérdida porcentual de CSA día 7	_____ %

VII. Desenlace principal

Variable	Registro
Fecha y hora de egreso de UCI	___ / ___ / ____ :
Condición al egreso de UCI	☐ Alta a hospitalización ☐ Traslado ☐ Referencia ☐ Fallecimiento
Estancia total en UCI	_____ días
Estancia en UCI >14 días	☐ Sí ☐ No
Fallecimiento antes del día 14 desde ingreso a UCI	☐ Sí ☐ No

VIII. Observaciones

ANEXO 2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Rol en el estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable / escala	Indicador / forma de medición	Categoría o unidad	Fuente
Estancia prolongada en UCI	Dependiente	Permanencia prolongada del paciente crítico en la Unidad de Cuidados Intensivos.	Tiempo transcurrido desde la fecha y hora de ingreso a UCI hasta el alta de UCI, traslado, referencia o fallecimiento dentro de la unidad.	Cualitativa nominal dicotómica	Días de estancia en UCI	0 = ≤14 días 1 = >14 días	Historia clínica / registro UCI
Área de sección transversal basal del recto femoral	Independiente principal	Medida anatómica cuantitativa del músculo recto femoral como marcador de masa muscular periférica.	Área del recto femoral medida por ecografía en modo B dentro de las primeras 24 a 48 horas del ingreso a UCI. Se usará el promedio de tres imágenes transversales.	Cuantitativa continua / razón	Promedio de CSA basal	cm ²	Ecografía muscular / ficha de recolección

Variable	Rol en el estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable / escala	Indicador / forma de medición	Categoría o unidad	Fuente
Pérdida porcentual del área de sección transversal del recto femoral al día 7	Independiente principal secundaria	Reducción relativa del área muscular del recto femoral durante la primera semana de estancia crítica.	Porcentaje de reducción entre el CSA basal y el CSA medido al día 7, con ventana de ± 24 horas.	Cuantitativa continua / razón	$[(\text{CSA basal} - \text{CSA día 7}) / \text{CSA basal}] \times 100$	Porcentaje (%)	Ecografía basal y día 7 / ficha
Edad	Covariable de ajuste	Tiempo de vida del paciente al momento del ingreso a UCI.	Años cumplidos registrados al ingreso a UCI.	Cuantitativa discreta / razón	Edad en años	Años	Historia clínica
Sexo	Covariable de ajuste	Característica biológica registrada en la historia clínica.	Sexo consignado en el registro clínico.	Cualitativa nominal dicotómica	Sexo registrado	Masculino / femenino	Historia clínica
APACHE II	Covariable de ajuste	Puntaje de gravedad fisiológica aguda del paciente crítico.	Puntaje calculado con los peores valores clínicos y laboratoriales de las primeras 24 horas de ingreso a UCI.	Cuantitativa discreta	Puntaje APACHE II	Puntos	Historia clínica / laboratorio

Variable	Rol en el estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable / escala	Indicador / forma de medición	Categoría o unidad	Fuente
Diagnóstico de ingreso agrupado	Covariable de ajuste	Motivo clínico principal que condiciona el ingreso a UCI.	Diagnóstico principal de ingreso agrupado en categorías clínicas predefinidas.	Cualitativa nominal politómica	Categoría diagnóstica	Sepsis/shock, respiratorio, postoperatorio, neurológico, cardiovascular, otros	Historia clínica
Ventilación mecánica invasiva	Covariable de ajuste	Necesidad de soporte ventilatorio invasivo durante la fase inicial de enfermedad crítica.	Uso de ventilación mecánica invasiva mediante tubo endotraqueal o traqueostomía durante las primeras 24 horas de ingreso a UCI.	Cualitativa nominal dicotómica	Presencia o ausencia de VMI	0 = No 1 = Sí	Registro UCI
Días de hospitalización previos al ingreso a UCI	Covariable de ajuste ¹	Tiempo de hospitalización transcurrido antes del ingreso a la unidad crítica.	Número de días desde el ingreso hospitalario hasta el ingreso a UCI.	Cuantitativa discreta / razón	Días previos a UCI	Días	Historia clínica

Variable	Rol en el estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable / escala	Indicador / forma de medición	Categoría o unidad	Fuente
Tipo de unidad de ingreso	Covariable descriptiva / ajuste exploratorio	Nivel asistencial crítico donde ingresa el paciente.	Registro del ingreso a UCI general o UCI intermedia.	Cualitativa nominal dicotómica	Tipo de unidad	UCI general / UCI intermedia	Registro UCI
mNUTRIC	Covariable exploratoria	Puntaje de riesgo nutricional en pacientes críticos.	Puntaje mNUTRIC calculado al ingreso a UCI cuando los datos estén disponibles.	Cuantitativa discreta	Puntaje mNUTRIC	Puntos	Historia clínica
Fallecimiento antes del día 14	Variable para análisis de sensibilidad	Evento competitivo que impide observar adecuadamente la estancia prolongada en UCI.	Fallecimiento ocurrido antes de cumplir 14 días desde el ingreso a UCI.	Cualitativa nominal dicotómica	Presencia o ausencia de muerte temprana	0 = No 1 = Sí	Historia clínica / registro UCI

ANEXO 4. PROTOCOLO BREVE DE MEDICIÓN ECOGRÁFICA

La medición ecográfica del área de sección transversal del recto femoral se realizará de manera estandarizada con el objetivo de obtener una medición basal y una medición al día 7 comparables entre sí. El procedimiento será realizado por un investigador previamente entrenado, sin modificar el manejo clínico habitual del paciente.

1. Preparación del paciente

- Colocar al paciente en **decúbito supino**.
- Mantener el miembro inferior evaluado en posición relajada, extendido y sin contracción voluntaria o pasiva del muslo.
- Evaluar preferentemente el **muslo derecho**. Si no es posible, se evaluará el muslo izquierdo y se registrará el motivo del cambio.
- Evitar la medición en zonas con heridas, vendajes, drenajes, hematomas, edema severo, infección local o cualquier condición que impida delimitar adecuadamente el músculo.

2. Identificación del punto anatómico

- Identificar la **espina ilíaca anterosuperior** y el **borde superior de la rótula**.
- Medir la distancia entre ambos puntos anatómicos.

- Ubicar el sitio de medición a **dos tercios de la distancia entre la espina iliaca anterosuperior y el borde superior de la rótula.**
- Registrar el lado evaluado y la distancia utilizada en centímetros.
- Marcar o documentar el punto de medición para facilitar la evaluación seriada al día 7.

3. Técnica ecográfica

- Utilizar ecógrafo en **modo B** con transductor lineal de alta frecuencia.
- Ajustar la profundidad de imagen para incluir completamente el músculo recto femoral.
- Colocar el transductor en posición transversal respecto al eje longitudinal del muslo.
- Aplicar abundante gel para mejorar la transmisión acústica.
- Ejercer **presión mínima** con el transductor para evitar compresión del tejido subcutáneo y del músculo.
- Mantener el transductor perpendicular a la piel y evitar inclinaciones que distorsionen el área muscular.

4. Obtención de imágenes

- Obtener **tres imágenes transversales** del recto femoral en el punto anatómico definido.
- Verificar que el contorno del recto femoral sea visible y que la imagen tenga calidad suficiente para realizar la medición.

- Guardar las imágenes de forma codificada, sin datos identificatorios directos del paciente.
- Registrar la calidad de imagen como buena, regular o mala.

5. Medición del área de sección transversal

- El área de sección transversal del recto femoral se medirá mediante trazado del contorno interno del músculo en la imagen transversal.
- El trazado debe excluir fascia, tejido celular subcutáneo, artefactos, vasos y estructuras musculares adyacentes.
- Se registrará el valor de cada una de las tres imágenes en cm².
- Para el análisis se utilizará el **promedio de las tres mediciones**.

6. Medición basal

- La medición basal se realizará dentro de las primeras **24 a 48 horas posteriores al ingreso a UCI**.
- Se registrará la fecha y hora de ingreso a UCI, la fecha y hora de la medición basal, el lado evaluado, la calidad de imagen y cualquier dificultad técnica.

7. Medición al día 7

- La segunda medición se realizará al **día 7 desde el ingreso a UCI**, con una ventana de **±24 horas**.
- Se utilizará el mismo lado y el mismo punto anatómico empleado en la medición basal.

- La medición al día 7 se realizará cuando el paciente continúe en UCI y la evaluación sea técnicamente posible.
- Si la medición al día 7 no se realiza, se registrará el motivo: alta de UCI antes del día 7, fallecimiento, traslado, imposibilidad técnica, negativa del paciente o representante, u otro motivo.

8. Cálculo de pérdida porcentual

La pérdida porcentual del área de sección transversal del recto femoral al día 7 se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Pérdida de CSA (\%)} = [(CSA \text{ basal} - CSA \text{ día 7}) / CSA \text{ basal}] \times 100$$

Donde:

- **CSA basal:** promedio del área de sección transversal del recto femoral en la medición basal.
- **CSA día 7:** promedio del área de sección transversal del recto femoral en la medición realizada al día 7.

9. Control de calidad

- Antes del inicio de la recolección definitiva se realizará una prueba piloto para estandarizar la técnica.
- Las imágenes serán revisadas periódicamente para verificar calidad y consistencia.

- En una submuestra de imágenes se evaluará la reproducibilidad intraobservador e interobservador mediante coeficiente de correlación intraclase.
- El evaluador ecográfico no participará en decisiones terapéuticas y, cuando sea posible, permanecerá cegado respecto al desenlace de estancia en UCI.