



VALORES DE MASA MUSCULAR BASAL EN CUIDADOS INTENSIVOS Y SU  
ASOCIACION CON EL FUNCIONAMIENTO FISICO PREVIO.

POR: MATÍAS NICOLÁS LOCH FRANCO

Actividad de Grado presentada a la Facultad de Medicina de la Universidad del  
Desarrollo para optar al grado académico de Magíster en Terapia Física y  
Rehabilitación (MAKI)

PROFESOR GUÍA: Sr. JORGE MOLINA BLAMEY

Co-tutor: Sr. FELIPE GONZALEZ SEGUEL

Marzo 2025

SANTIAGO

© Se autoriza la reproducción de fragmentos de esta obra para fines académicos o de investigación, siempre que se incluya la referencia bibliográfica.

Dedicado a mi familia y en especial al apoyo constante de mis padres.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los evaluadores y colaboradores por su contribución. A la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital del Trabajador y Metropolitano por permitir este estudio. Agradecemos a Aline Araya-Bustamante, Javier Leiva, Sylvana Aedo y Nicolás Arancibia por su apoyo. Un especial agradecimiento a Josefina Bunster por su ayuda en el estudio y análisis estadísticos.

## TABLA DE CONTENIDOS

Portada	i
Permiso de reproducción	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Tabla de contenidos	v
Resumen	1
Abstract	2
Introducción	3-4
Métodos	5-6
Plan de Análisis	7
Resultados	8-14
Discusión	15-16
Limitaciones	17
Conclusión	18
Disponibilidad de datos y Declaración de Interés	18
Bibliografía	19-20
Material Adicional	21-22

## Manuscrito:

### Resumen

**Introducción:** En pacientes críticamente enfermos, la pérdida de masa muscular ocurre tempranamente y se asocia con deterioro funcional. Aún se desconocen en gran medida los valores basales de masa muscular en la UCI y su relación con el funcionamiento físico previo. Esta información puede ser clave para el manejo terapéutico y decisiones clínicas tempranas. **Objetivo:** Determinar valores basales de masa muscular del cuádriceps y tibial anterior al ingreso a la UCI, los cambios durante la primera semana y su asociación con el funcionamiento físico previo. **Métodos:** Estudio observacional prospectivo. Se evaluaron pacientes al ingreso a la UCI y en el día 7. Se midió el grosor muscular, el área de sección transversal y la ecointensidad del recto femoral, vasto intermedio y tibial anterior mediante ecografía. La relación con variables demográficas y funcionamiento físico previo se analizó con Spearman Rho y Chi<sup>2</sup>. Los cambios musculares en el tiempo se evaluaron con Wilcoxon. **Resultados:** Al ingreso, el grosor muscular tuvo una mediana de 1.76 cm (RIQ: 1.20–3.10) en el cuádriceps y 1.71 cm (RIQ: 1.30–2.53) en el tibial anterior. El área de sección transversal del recto femoral fue 2.38 cm<sup>2</sup> (RIQ: 1.14–6.35) y del tibial anterior 3.89 cm<sup>2</sup> (RIQ: 2.32–6.72). La ecointensidad inicial fue 94 (RIQ: 73–116) para el recto femoral y 95 (RIQ: 80–116) para el tibial anterior. Los hombres presentaron mayor grosor muscular y área de sección transversal. La edad se asoció negativamente con la masa muscular, mientras que peso y talla se correlacionaron positivamente. La pérdida muscular general fue del 4-24% en 7 días. Se observó una correlación moderada entre la masa muscular basal y la independencia previa en AIVD. **Conclusión:** Estos resultados destacan la ecografía como una herramienta objetiva y accesible para monitorear la masa muscular basal en pacientes críticos.

**Palabras clave:** Enfermedad crítica, atrofia muscular, ecografía, estado funcional.

## Abstract

**Background:** In critically ill patients, muscle mass loss occurs early and is associated with functional deterioration. Baseline muscle mass values in the ICU and their relationship with prior physical function remains largely unknown. This information may be key for therapeutic management and early clinical decisions. **Aim:** To determine baseline muscle mass values of the quadriceps and tibialis anterior upon ICU admission, their changes during the first week, and their association with prior physical function.

**Methods:** A prospective observational study was conducted. Patients were evaluated upon ICU admission and on day 7. Muscle thickness, cross-sectional area, and echogenicity of the rectus femoris, vastus intermedius, and tibialis anterior were assessed using ultrasound. The relationship with demographic variables and prior physical function was analyzed using Spearman's Rho and Chi<sup>2</sup> tests. Muscle changes over time were evaluated using the Wilcoxon test. **Results:** At admission, median muscle thickness was 1.76 cm (IQR: 1.20–3.10) for the quadriceps and 1.71 cm (IQR: 1.30–2.53) for the tibialis anterior. The cross-sectional area of the rectus femoris was 2.38 cm<sup>2</sup> (IQR: 1.14–6.35), and 3.89 cm<sup>2</sup> (IQR: 2.32–6.72) for the tibialis anterior. Initial echogenicity was 94 (IQR: 73–116) for the rectus femoris and 95 (IQR: 80–116) for the tibialis anterior. Men had greater muscle thickness and cross-sectional area. Age was negatively associated with muscle mass, while weight and height correlated positively. Overall muscle loss ranged from 4% to 24% over 7 days. A moderate correlation was observed between baseline muscle mass and previous independence in instrumental activities of daily living (IADL). **Conclusions:** These results highlight ultrasound as an objective and accessible tool for monitoring baseline muscle mass in critically ill patients.

**Keywords:** Critical illness, Muscular atrophy, Ultrasonography, Functional status.

## INTRODUCCIÓN

Los pacientes ingresados en unidad de cuidados intensivos (UCI) permanecen inactivos entre el 92% y el 98% del tiempo total de su estancia hospitalaria(1). La pérdida de masa muscular en pacientes críticos afecta al 65% de ellos y se desarrolla en etapas tempranas del ingreso(2). Los pacientes en UCI pueden experimentar una pérdida de hasta el 15% de su masa muscular durante la primera semana de hospitalización, con reducciones diarias del 2%, dependiendo del grupo muscular y del método de evaluación empleado(3). Esto conlleva a discapacidad funcional e incapacidad para realizar actividades de la vida diaria, incluso hasta cinco años después del alta hospitalaria(4,5).

Actualmente, existen diferentes instrumentos para valorar la masa muscular. Métodos como la tomografía computarizada y la resonancia magnética ofrecen alta precisión y reproducibilidad(6), sin requerir la cooperación del paciente. Sin embargo, la implementación de estas estrategias en UCI resulta compleja debido al traslado del paciente, los altos costos y la limitada disponibilidad de recursos. Ante estas limitaciones, la ecografía muscular periférica surge como una alternativa práctica y accesible(7,8). Este método, no invasivo y portátil, ha ganado relevancia en los últimos años, permitiendo evaluaciones tempranas al lado de la cama en pacientes no cooperadores, brindando una herramienta de evaluación, que a futuro, permita optimizar estrategias de manejo clínico, rehabilitación y nutrición(6,9). La ecografía muscular periférica ha sido utilizada en diversas poblaciones para evaluar la masa muscular basal. Por ejemplo, Annetta MG et al. (2017) y Prado R et al. (2023) reportaron valores basales en pacientes críticos con diagnósticos de trauma y quemados, respectivamente. De forma similar, Mayer K et al. (2020) y Umbrello M et al. (2021) evaluaron esta variable en pacientes con sepsis e insuficiencia respiratoria aguda (9–13). No obstante, los resultados de estos estudios presentan variaciones importantes, atribuibles a diferencias en los protocolos de medición, características demográficas (edad, sexo), tipos de diagnóstico y la ausencia de análisis específicos por subgrupos.

La Escala de Fragilidad Clínica (EFC) y la Escala de Lawton y Brody son herramientas ampliamente utilizadas para evaluar la fragilidad y la independencia en actividades instrumentales de la vida diaria (AIVD) en pacientes hospitalizados (14,15). Lee ZY et al. (2020) determinó la relación entre el funcionamiento físico previo y la masa muscular basal, identificando correlaciones moderadas, pero estadísticamente significativas. Aunque la evidencia disponible sobre esta relación aún es limitada, la evaluación

funcional mediante estas escalas podría aportar información valiosa para comprender el vínculo entre el funcionamiento físico previo al ingreso y la masa muscular basal.

El objetivo de este estudio es determinar los valores basales de masa muscular del cuádriceps (QCS) y TA en adultos que ingresan UCI y los cambios durante la primera semana. Además de determinar la asociación que existe entre los valores basales con el funcionamiento físico previo y las variables sociodemográficas.

## **MÉTODO**

### **Diseño**

Se realizó un estudio observacional analítico de corte prospectivo reportado según la guía STROBE para estudios observacionales. Este estudio siguió las normas de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité Ético Científico de la Universidad del Desarrollo (#2020-106), como parte de una investigación paraguas que busca promover el correcto uso de ecografía en UCI (P-MUSIC; *Promoting muscle ultrasound in intensive care practices*). Todos los participantes firmaron el consentimiento informado. El consentimiento fue otorgado por un representante legal en pacientes incapaces de hacerlo debido a sedación o alteración del estado mental.

### **Protocolo del estudio**

Se incluyeron consecutivamente, pacientes mayores de 18 años dentro de las primeras 48 horas posteriores al ingreso a la UCI, se excluyeron pacientes con hospitalización previa reciente, con antecedentes de enfermedad neuromuscular crónica y pacientes con condiciones que impidan la adquisición de imágenes en todos los puntos evaluados (p. ej., tutores externos, quemaduras o apósitos en extremidades inferiores). La adquisición de las primeras imágenes ecográficas y la aplicación de las escalas de funcionalidad y fragilidad, fueron registradas dentro de las primeras 48 horas de ingreso. Los participantes se consideraron aptos para responder a las preguntas de la escala si estaban alertas y tranquilos, con la capacidad de cooperar (puntuación en escala S5Q > 3 puntos). En los pacientes que no cumplían con estos criterios, se obtuvo información sobre su funcionamiento físico previo al ingreso a través del tutor a cargo.

### **Adquisición de imágenes ecográficas**

Tres kinesiólogos clínicos entrenados en un programa formal de ecografía muscular (ICC > 0.8)(16,17) fueron responsables de la adquisición de imágenes. Además, se realizó entrenamiento de dos kinesiólogos clínicos adicionales para adquisición de imágenes ecográficas.

Se realizaron capturas ecográficas del RF, vasto intermedio (VI) y TA de la extremidad inferior derecha durante la admisión y día 7 de hospitalización. Se evaluó la cantidad muscular (grosor muscular y AST) y la calidad muscular (ecointensidad). Para la adquisición de imágenes se utilizaron los ecógrafos portátiles disponibles (*Philips CX50, GE Vivid iq*), mediante transductor lineal de 5-12 MHz, siguiendo el protocolo de González-Seguel y cols. (2021)(18). La técnica empleada fue de compresión mínima, con profundidades de 7 centímetros para el QCS y 5 centímetros para el TA, obteniendo

tres imágenes por punto de medición. Las imágenes del QCS se adquirieron a 1/2 de la distancia entre la espina ilíaca anterosuperior y el borde superior de la patela. Las imágenes del TA se obtuvieron a 1/3 de la distancia entre la meseta tibial lateral y el borde inferior del maléolo lateral. Las imágenes se guardaron en el disco duro del dispositivo y se transfirieron a un computador para su análisis utilizando el software de análisis de imágenes ImageJ 1.53t. (NIH, Bethesda, MD). Para el posterior análisis, se utilizó la imagen con la mejor visibilidad del músculo objetivo de las tres imágenes adquiridas. Se evaluaron imágenes ecográficas del QCS y TA. Se analizaron posteriormente el AST y grosor del RF, el grosor del QCS, compuesto por el RF y el VI, así como el grosor y AST del TA. La ecointensidad (EI) muscular se determinó a partir del análisis del AST del RF y del TA mediante análisis por escala de grises.

### **Variables clínicas**

Se evaluaron las variables sociodemográficas, antecedentes de funcionamiento físico previo y variables clínicas relacionados con la enfermedad crítica. Los antecedentes de funcionamiento físico previo se recopilaron mediante preguntas y escalas específicas: la actividad física (AF) se evaluó con la pregunta adaptada de la encuesta nacional de salud (ENS 2009-2010) para evaluar el constructo de AF realizada durante el tiempo libre "¿En el último mes practicó deporte o realizó actividad física fuera de su horario de trabajo?" (sí/no); La fragilidad clínica, se evaluó mediante la EFC (19); y las actividades de la vida diaria mediante la Escala de Lawton y Brody(20).

### **Tamaño muestral**

El tamaño muestral se calculó utilizando la mayor desviación estándar reportada en el estudio de Mayer et al. (2020)(9), basada en el grosor del músculo QCS (en centímetros). El cálculo se realizó considerando un nivel de confianza del 95% y una precisión de 0,20 cm en la medición del grosor muscular, con una desviación estándar estimada de 0,71 cm. Se incluyó una proporción esperada de pérdida del 10%. Con estos parámetros, se estimó un tamaño muestral de 53 sujetos ajustado por pérdida.

Para garantizar representatividad por género, el tamaño de la muestra se duplicó, con un total de 106 participantes. El muestreo se realizó utilizando una estrategia de muestreo consecutivo, de forma secuencial, hasta completar el tamaño muestral necesario.

## **PLAN DE ANÁLISIS**

Los datos se presentan como mediana (RIQ). Las variables nominales se reportaron como frecuencias absolutas y relativas (porcentajes). Para analizar la variabilidad de las mediciones ecográficas de grosor, AST y EI durante la primera semana, se aplicó la prueba de Wilcoxon para muestras pareadas. Finalmente, se empleó la prueba de Spearman Rho y  $\chi^2$  para evaluar la correlación y asociación entre variables sociodemográficas, clínicas y de funcionamiento físico previo con los parámetros ecográficos (grosor muscular, AST y EI). El nivel de significancia se estableció en 5%. Todos los análisis fueron realizados utilizando el software estadístico STATA versión 18.0.

## **RESULTADOS**

Entre julio y diciembre del año 2024 sesenta participantes cumplieron con los criterios de elegibilidad. Los datos sociodemográficos y clínicos de los participantes se presentan en Tabla 1. El tiempo transcurrido desde la admisión en UCI y la primera medición de ultrasonido fue de una mediana 24 (13 – 35) horas. Se realizó seguimiento ultrasonográfico de 44 participantes al séptimo día de hospitalización (Figura 1).

### **Parámetros ecográficos basales y cambios en grosor, AST y EI durante la primera semana de seguimiento.**

El grosor muscular de los músculos evaluados al ingreso y séptimo día de seguimiento es presentado en la Tabla 2. Con respecto a el grosor muscular basal, el QCS presentó una mediana de 1,76 cm (RIQ: 1,20 – 3,10), el TA de 1,71 cm (RIQ: 1,30 – 2,53), el RF y el VI de 1,00 cm (RIQ: 0,57 – 1,76) y 0,78 cm (RIQ: 0,51 – 1,32), respectivamente. El AST y la EI obtenida es presentado en Tabla 3. Se realizó análisis de parámetros musculares por grupo siendo presentado en Tabla 2 y 3; el subgrupo IRA incluye diagnósticos de admisión de falla respiratoria aguda/crónica y sepsis. El subgrupo trauma incluye los diagnósticos de admisión de trauma craneoencefálico, poli trauma y gran quemado.

Se observaron cambios estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ) en el grosor muscular al séptimo día de seguimiento en el musculo QCS y TA. Además, se observó en el subgrupo trauma cambios significativos para los músculos QCS, VI y TA. Al séptimo día se evidenció una disminución porcentual del 4% en el grosor muscular del RF, 13% en el VI, 11% en el QCS y 10% en el TA. Además, la EI aumentó un 3% en el RF y un 7% en el TA. Asimismo, los participantes del subgrupo trauma presentaron una mayor pérdida de masa muscular al día 7 de seguimiento. En la tabla 2 y 3 se presentan los cambios porcentuales de grosor muscular, AST y EI desde el ingreso al día 7 de seguimiento.

### **Relación entre datos demográficos y escalas de funcionamiento físico previo.**

Los antecedentes de funcionamiento físico previo se presentan en Tabla 1. Se observó mayor población frágil en el subgrupo IRA. Los participantes frágiles representaron el 27% de la población total. Además, un 33% de la población se consideró físicamente activa. Se observaron porcentajes bajos de dependencia en AIVD, siendo más prevalente en el subgrupo IRA.

Se evaluaron correlaciones entre datos demográficos, escalas de funcionamiento físico previo y parámetros musculares basales en participantes ingresados a la UCI (Tabla 4). La edad se correlacionó negativamente con el grosor y AST del RF, VI y TA ( $p < 0.005$ ), indicando menor masa muscular en pacientes mayores. El peso y la talla se correlacionaron positivamente con todas las mediciones musculares ( $p < 0.05$ ), con la correlación más fuerte en el AST basal del RF ( $r_s = 0.4932$ ,  $p = 0.0001$ ). Los hombres presentaron mayor grosor muscular y AST en comparación con las mujeres, con diferencias significativas en QCS ( $z = -2.856$ ,  $p = 0.0043$ ), RF ( $z = -2.534$ ,  $p = 0.0113$ ), VI ( $z = -3.002$ ,  $p = 0.0027$ ) y TA ( $z = -2.211$ ,  $p = 0.0270$ ). También se observaron diferencias en el AST del RF ( $z = -3.163$ ,  $p = 0.0016$ ) y TA ( $z = -2.348$ ,  $p = 0.0189$ ). La El fue mayor en mujeres en AST RF ( $z = 2.937$ ,  $p = 0.0033$ ), mientras que en el AST del TA la diferencia no fue significativa ( $z = 1.694$ ,  $p = 0.0902$ ). Las Actividades AIVD mostraron correlaciones moderadas con el grosor basal del QCS ( $r_s = 0.3917$ ), RF ( $r_s = 0.3553$ ) y VI ( $r_s = 0.3796$ ), así como con el AST del RF ( $r_s = 0.3841$ ). Además, se observaron correlaciones moderadas-altas con el grosor basal del TA ( $r_s = 0.4916$ ) y el AST del TA ( $r_s = 0.4509$ ). Todas las correlaciones fueron estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ). El IMC, EFC y actividad física no mostraron asociaciones significativas con la masa muscular basal.

**Tabla 1.** Datos demográficos y clínicos de pacientes admitidos en unidad de cuidados intensivos según diagnóstico de ingreso

Parámetro	IRA <sup>a</sup> (n=40)	Trauma <sup>b</sup> (n=20)	Total (n=60)
Edad (años), mediana (RIQ)	60 (45 – 73)	40 (36 – 54)	52 (37 – 65)
Sexo masculino, n (%)	24 (60)	18 (90)	42 (70)
Peso (kg), mediana (RIQ)	72 (62 – 83)	75 (64 – 83)	73 (62 – 83)
Talla (m), mediana (RIQ)	1,64 (1,55 – 1,71)	1,70 (1,66 – 1,73)	1,67 (1,58 – 1,72)
IMC (kg/m <sup>2</sup> ), mediana (RIQ)	28 (23 – 31)	25 (23 – 30)	28 (23 – 31)
Físicamente activo <sup>1</sup> , n (%)	14 (32)	6 (38)	20 (33)
Escala de Fragilidad Clínica <sup>2</sup> , n (%)			
♦ Frágil	12 (30)	4 (20)	16 (27)
♦ No frágil	28 (70)	16 (80)	44 (73)
Independencia AIVD <sup>2</sup> , n (%)			
♦ Dependencia total	11 (28)	0 (0)	6 (10)
♦ Dependencia moderada	9 (23)	0 (0)	14 (23)
♦ Dependencia leve	14 (35)	1 (5)	10 (17)
♦ Independencia total	6 (15)	19 (95)	30 (50)
APACHE II, mediana (RIQ)	14 (11 – 18)	12 (10 – 15)	13 (11 – 17)
Timing medición (horas)*, mediana (RIQ)	26 (14 – 33)	18 (10 – 41)	24 (13 – 35)
Estancia hospitalaria (días), mediana (RIQ)	13 (9 – 19)	12 (10 – 20)	13 (9 – 20)
Días de VMI, mediana (RIQ)	3 (2 – 5)	2 (1 – 11)	2 (1 – 5)
Uso de corticoides, n (%)	31 (78)	3 (15)	34 (57)
Mortalidad, n (%)	7 (18)	1 (5)	8 (13)
Comorbilidades, n (%)			
♦ Hipertensión arterial	13 (33)	2 (10)	15 (25)
♦ Diabetes	11 (28)	4 (20)	15 (25)
♦ Obesidad	5 (13)	2 (10)	7 (12)
♦ Respiratoria	14 (35)	1 (5)	15 (25)
♦ Cardiovascular	8 (20)	1 (5)	9 (15)
♦ Renal	2 (5)	2 (10)	4 (7)
♦ Otra/o	16 (40)	4 (20)	20 (33)

IRA = insuficiencia respiratoria aguda, IMC = índice de masa corporal; VMI = ventilación mecánica invasiva; \*Timing de medición = tiempo transcurrido entre la admisión y la primera medición ecográfica. <sup>1</sup> Información obtenida a partir de la pregunta: "¿En el último mes practicó deporte o realizó actividad física fuera de su horario de trabajo?" (sí/no). <sup>2</sup> Se considero como frágil < a 5 puntos y como no frágil ≥ 5 puntos. <sup>3</sup> Evaluado a través de la escala Lawton y Brody. <sup>a</sup> El subgrupo IRA incluye diagnósticos de admisión de falla respiratoria aguda/crónica y sepsis. <sup>b</sup> El subgrupo trauma incluye los diagnósticos de admisión de trauma craneoencefálico, poli trauma y gran quemado.

**Tabla 2.** Cambios en grosor muscular durante la primera semana de hospitalización en unidad de cuidados intensivos

<b>Grosor Muscular (cm)</b>				
	<b>Día 0</b> n = 60	<b>Día 7</b> n = 44	<b>% de cambio</b>	<b>Valor p</b>
<b>Cuádriceps</b>				
General	1,76 (1,20 – 3,10)	1,56 (1,21 – 2,46)	-11 (-12 – -5)	0,05*
Trauma <sup>a</sup>	4,1 (1,43 – 4,81)	3,12 (1,57 – 4,05)	-24 (-25 – -10)	0,04*
IRA <sup>b</sup>	1,61 (1,10 – 2,28)	1,33 (1,04 – 2,22)	-17 (-20 – -8)	0,41
<b>Recto femoral</b>				
General	1,00 (0,57 – 1,76)	0,96 (0,61 – 1,45)	-4 (-6 – -3)	0,46
Trauma <sup>a</sup>	1,89 (0,82 – 2,49)	1,71 (1,06 – 2,20)	-10 (-12 – -5)	0,11
IRA <sup>b</sup>	0,88 (0,56 – 1,14)	0,79 (0,59 – 1,20)	-10 (-15 – -6)	0,80
<b>Vasto intermedio</b>				
General	0,78 (0,51 – 1,32)	0,68 (0,46 – 1,12)	-13 (-14 – -7)	0,21
Trauma <sup>a</sup>	1,46 (0,62 – 2,07)	1,17 (0,62 – 1,56)	-20 (-20 – -10)	0,02*
IRA <sup>b</sup>	0,73 (0,42 – 1,09)	0,60 (0,46 – 1,02)	-18 (-18 – -8)	0,85
<b>Tibial anterior</b>				
General	1,71 (1,30 – 2,53)	1,54 (1,26 – 2,37)	-10 (-10 – -5)	0,00*
Trauma <sup>a</sup>	2,48 (1,62 – 2,77)	1,93 (1,52 – 2,40)	-22 (-22 – -9)	0,00*
IRA <sup>b</sup>	1,61 (1,26 – 2,08)	1,40 (1,21 – 1,94)	-13 (-17 – -7)	0,06

Grosor muscular presentado en mediana (RIQ). \*Diferencia significativa,  $p < 0,05$ . (a) El subgrupo IRA incluye diagnósticos de admisión de falla respiratoria aguda/crónica y sepsis. (b) El subgrupo trauma incluye los diagnósticos de admisión de trauma craneoencefálico, poli trauma y gran quemado.

**Tabla 3.** Cambios en área de sección transversal y ecointensidad durante la primera semana de hospitalización en unidad de cuidados intensivo

<b>Área de sección transversal (cm<sup>2</sup>)</b>				
	<b>Día 0 n = 60</b>	<b>Día 7 n = 44</b>	<b>% de cambio</b>	<b>Valor p</b>
<b>Recto femoral</b>				
General	2,38 (1,14 – 6,35)	2,29 (1,50 – 5,92)	-4 (32 – -7)	0,91
Trauma <sup>a</sup>	7,33 (2,22 – 9,64)	6,11 (2,29 – 8,35)	-17 (3 – -13)	0,46
IRA <sup>b</sup>	2,13 (1,04 – 3,25)	1,85 (1,21 – 3,11)	-13 (16 – -4)	0,46
<b>Tibial anterior</b>				
General	3,89 (2,32 – 6,72)	3,23 (2,64 – 6,30)	-17 (14 – -6)	0,28
Trauma <sup>a</sup>	6,85 (3,81 – 8,26)	6,00 (3,67 – 6,65)	-12 (-4 – -19)	0,24
IRA <sup>b</sup>	3,67 (2,29 – 4,33)	2,93 (1,96 – 4,04)	-20 (-14 – -7)	0,59
<b>Ecointensidad†</b>				
<b>Recto femoral</b>				
General	94 (73-116)	97 (83-113)	3 (14 – -3)	0,93
Trauma <sup>a</sup>	74 (63 – 94)	85 (78 –97)	15 (24 – 3)	0,08
IRA <sup>b</sup>	103 (93 –121)	100 (83 – 125)	-3 (-11 – 3)	0,38
<b>Tibial anterior</b>				
General	95 (80 – 116)	102 (87 – 115)	7 (9 – -1)	0,74
Trauma <sup>a</sup>	90 (79 –100)	99 (87 – 104)	10 (10 – 4)	0,46
IRA <sup>b</sup>	96 (87 – 119)	103 (92 – 118)	7 (6 – -1)	0,90

Área de sección transversal y ecointensidad presentada en mediana (RIQ), † presentado en escala de grises 0-255. \* Diferencia significativa, p < 0,05. (a) El subgrupo IRA incluye diagnósticos de admisión de falla respiratoria aguda/crónica y sepsis. (b) El subgrupo trauma incluye los diagnósticos de admisión de trauma craneoencefálico, poli trauma y gran quemado.

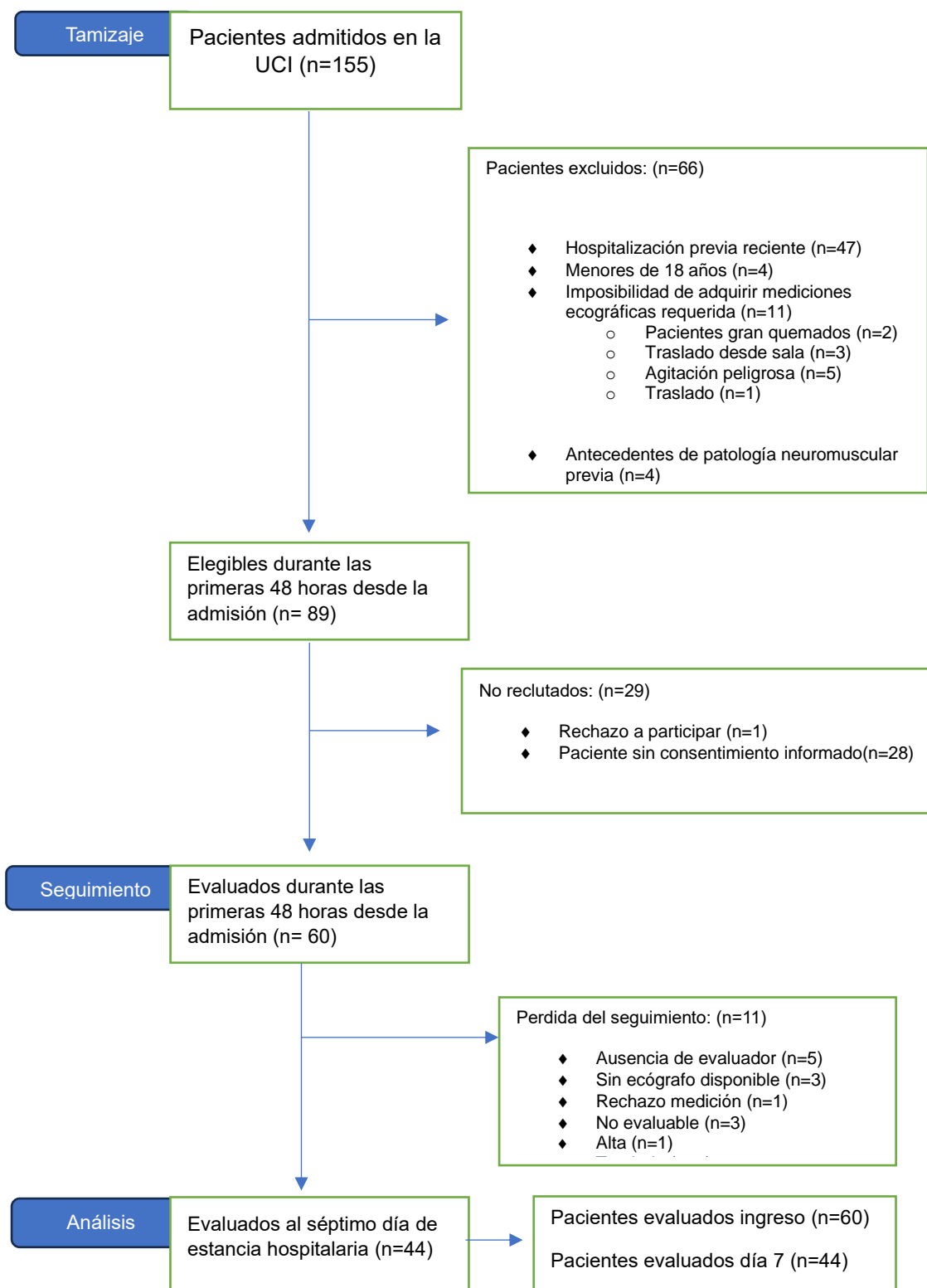
**Tabla 4:** Correlaciones entre datos demográficos, clínicos y escalas de funcionamiento físico previo medidos en la unidad de cuidados intensivos con la masa muscular basal.

Variable	Grosor y área de sección transversal basal de los músculos evaluados mediante ecografía en pacientes UCI, rs ( $p = 0,05$ )					
	Grosor basal QCS	Grosor basal RF	Grosor basal VI	Grosor basal TA	AST basal RF	AST basal TA
Edad	-0,5100 ( $p = 0,0002$ )	-0,4645 ( $p = 0,0001$ )	-0,3500 ( $p = 0,0050$ )	-0,4500 ( $p = 0,0020$ )	-0,4844 ( $p = 0,0001$ )	-0,4370 ( $p = 0,0005$ )
Peso	0,3563 ( $p = 0,0054$ )	0,3777 ( $p = 0,0031$ )	0,3900 ( $p = 0,0022$ )	0,2795 ( $p = 0,0308$ )	0,3255 ( $p = 0,0115$ )	0,2614 ( $p = 0,0439$ )
Talla	0,4582 ( $p = 0,0003$ )	0,4620 ( $p = 0,0002$ )	0,4532 ( $p = 0,0003$ )	0,3400 ( $p = 0,0081$ )	0,4932 ( $p = 0,0001$ )	0,3937 ( $p = 0,0020$ )
IMC	0,1729 ( $p = 0,1859$ )	0,2086 ( $p = 0,1095$ )	0,2182 ( $p = 0,0940$ )	0,1539 ( $p = 0,2396$ )	0,1229 ( $p = 0,3484$ )	0,0846 ( $p = 0,5193$ )
EFC	-0,1508 ( $p = 0,2493$ )	-0,1168 ( $p = 0,3732$ )	-0,1074 ( $p = 0,4129$ )	0,0233 ( $p = 0,8595$ )	-0,1356 ( $p = 0,3006$ )	-0,1124 ( $p = 0,3916$ )
AIVD	0,3917 ( $p = 0,0022$ )	0,3553 ( $p = 0,0056$ )	0,3796 ( $p = 0,0030$ )	0,4916 ( $p = 0,0001$ )	0,3841 ( $p = 0,0027$ )	0,4509 ( $p = 0,0004$ )

Las imágenes ecográficas fueron tomadas el día de ingreso a la unidad de cuidados intensivos (línea de base). Los datos se presentan como pruebas de correlación de Spearman (Rho), expresadas como coeficientes de correlación con su respectivo valor p.

IMC = Índice de masa corporal; EFC = Escala de Fragilidad Clínica; AIVD = Escala Actividades Instrumentales de la Vidia Diaria; QCS = complejo cuadrípedal (espesor recto femoral más vasto intermedio); RF = musculo recto femoral; VI = músculo vasto intermedio; TA: músculo tibial anterior; AST: área de sección transversal.

**Figura 1:** Diagrama de flujo STROBE de pacientes admitidos en Unidad de Cuidados Intensivos Hospital del Trabajador y Hospital Metropolitano, Santiago, Chile.



## **DISCUSIÓN**

En este estudio prospectivo se identificaron los valores basales de parámetros ecográficos de la masa muscular de la extremidad inferior en pacientes críticamente enfermos, analizando su relación con el funcionamiento físico previo y los cambios ocurridos durante la primera semana de hospitalización en unidad de cuidados intensivos. La población de estudio incluyó pacientes con diagnóstico de insuficiencia respiratoria aguda y trauma.

### **Valores basales**

Los hombres presentaron mayor masa muscular basal y menor EI basal en comparación con las mujeres de forma consistente. La edad se correlacionó significativamente con la masa muscular basal y la ecointensidad, indicando que, a menor edad, mayor grosor muscular y menor ecointensidad. Se debe considerar que la medición del grosor muscular no depende de la configuración del equipo ecográfico, por lo tanto, los valores basales podrían ser representativos en otros centros. La población evaluada en este estudio fue de ascendencia Latinoamérica, aun así, estos resultados son concordantes con los datos publicados por Arts I y cols; el cual evaluó población con ascendencia europea occidental.

Estudios futuros pueden emplear los valores basales para describir y comparar las características ecográficas de diversas enfermedades que requieren tratamiento en UCI, con el objetivo de analizar su relación con desenlaces clínicos prospectivos según el diagnóstico de ingreso.

### **Funcionamiento físico previo**

Los cuestionarios para evaluar la independencia en las AIVD y la fragilidad clínica en pacientes críticos demostraron ser fáciles, factibles y rápidos de aplicar, constituyendo una alternativa efectiva para determinar el funcionamiento físico previo al ingreso en la UCI. A pesar de que el 70% de la población fue clasificada como 'no frágil', no se encontraron asociaciones estadísticamente significativas entre los puntajes del cuestionario de fragilidad y los valores ecográficos basales. Un hallazgo similar se observó en el estudio de Lee ZY et al., donde los pacientes clasificados como 'frágiles'

(EFC  $\geq 5$  puntos) presentaron un AST RF significativamente menor. Sin embargo, esta diferencia no fue significativa en la medición de otros grosores musculares. Al evaluar los puntajes de la escala de Lawton y Brody, se observó una correlación estadísticamente significativa con los valores basales de grosor muscular y el AST en todos los músculos evaluados, la fuerza de las correlaciones obtenidas fue moderada a baja, por lo que aún es difícil inferir resultados a partir de estas evaluaciones. De forma similar ocurrió en el estudio de Lee ZY y cols; donde no se encontraron diferencias significativas en el estado muscular basal entre los pacientes que obtuvieron desempeño deficiente y normal en las escalas Katz AIVD y Lawton y Brody.

A pesar de que los resultados del funcionamiento físico previo en este estudio no fueron determinantes, estas evaluaciones funcionales al ingreso podrían ser utilizadas como una medida indirecta del estado muscular basal, siempre y cuando la medición directa no sea factible de realizar y conociendo las asociaciones que se encuentran disponibles en la evidencia científica para la toma de decisiones informadas.

### **Comportamiento del grosor muscular en el tiempo**

Durante la primera semana de ingreso a UCI la pérdida muscular diaria para el total de la población estudiada fue similar a lo reportado en la revisión sistemática de Fazzini B y cols. Al observar el comportamiento de pérdida de masa muscular por subgrupo, existieron cambios estadísticamente significativos en los pacientes con diagnósticos de trauma en la mayoría de los grupos musculares estudiados, no así para los pacientes con diagnósticos de IRA. Al analizar este punto en mayor profundidad se pudo observar que el valor de pérdida de masa muscular para el grupo trauma concuerda con el estudio de Annetta MG y cols, donde reportan la mayor pérdida de masa muscular en los primeros 7 días de ingreso UCI. A pesar de que los porcentajes de cambio de masa muscular en el grupo IRA no fueron significativos se puede observar que existió una pérdida asociada, que, en porcentajes, es consistente con otros estudios.

Los porcentajes de cambio para AST y la EI no obtuvieron diferencias significativas entre el valor basal y el día 7, lo cual aún sigue siendo objeto de debate y estudio en la literatura.

## **LIMITACIONES**

El presente estudio tiene limitaciones. El tamaño reducido del subgrupo trauma dificulta la comparación con el subgrupo IRA y la exploración de patrones de pérdida muscular. Además, el tiempo de ingreso a los centros de reclutamiento podría ser un factor limitante, ya que la mayoría de los pacientes fueron admitidos 24 horas después del trauma o el inicio de la insuficiencia respiratoria. Otro aspecto por considerar para futuras investigaciones es incorporar el balance hídrico y no solo la presencia o ausencia de edema de forma dicotomizada. No obstante, la ecografía es una herramienta útil, ya que puede aplicarse de inmediato tras el ingreso. Los estudios futuros pueden utilizar estos datos buscando generar valores normativos de la masa muscular basal en unidad de cuidados intensivos.

## **CONCLUSIONES**

Estos hallazgos resaltan la importancia de la evaluación ecográfica como una herramienta objetiva y de fácil acceso en el monitoreo de la masa muscular basal y su comportamiento en el tiempo en pacientes críticos y sugieren la necesidad de estudios futuros que analicen su relación con desenlaces clínicos a largo plazo.

### **Declaración de interés**

Los autores informan que no hay intereses en competencia que declarar.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. González-Seguel F, Camus-Molina A, Leiva-Corvalán M, Mayer KP, Leppe J. Uninterrupted Actigraphy Recording to Quantify Physical Activity and Sedentary Behaviors in Mechanically Ventilated Adults. *J Acute Care Phys Ther.* 2022;13(4):190–7.
2. Fuentes-Aspe R, Gutierrez-Arias R, González-Seguel F, Marzuca-Nassr GN, Torres-Castro R, Najum-Flores J, et al. Which factors are associated with acquired weakness in the ICU? An overview of systematic reviews and meta-analyses. *J Intensive Care [Internet].* 2024;12(1). Available from: <https://doi.org/10.1186/s40560-024-00744-0>
3. Fazzini B, Märkl T, Costas C, Blobner M, Schaller SJ, Prowle J, et al. The rate and assessment of muscle wasting during critical illness: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care [Internet].* 2023;27(1):2. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13054-022-04253-0>
4. Cuthbertson BH, Roughton S, Jenkinson D, MacLennan G, Vale L. Quality of life in the five years after intensive care: A cohort study. *Crit Care.* 2010;14(1):1–12.
5. Hofhuis JGM, Schrijvers AJP, Schermer T, Spronk PE. Health-related quality of life in ICU survivors—10 years later. *Sci Rep [Internet].* 2021;11(1):1–10. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-94637-z>
6. Formenti P, Umbrello M, Coppola S, Froio S, Chiumello D. Clinical review: peripheral muscular ultrasound in the ICU. *Ann Intensive Care.* 2019;9(1).
7. Parry SM, Huang M, Needham DM. Evaluating physical functioning in critical care: Considerations for clinical practice and research. *Crit Care.* 2017;21(1):1–10.
8. Parry SM, El-Ansary D, Cartwright MS, Sarwal A, Berney S, Koopman R, et al. Ultrasonography in the intensive care setting can be used to detect changes in the quality and quantity of muscle and is related to muscle strength and function. *J Crit Care [Internet].* 2015;30(5):1151.e9-1151.e14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrc.2015.05.024>
9. Mayer KP, Thompson Bastin ML, Montgomery-Yates AA, Pastva AM, Dupont-Versteegden EE, Parry SM, et al. Acute skeletal muscle wasting and dysfunction predict physical disability at hospital discharge in patients with critical illness. *Crit Care [Internet].* 2020;24(1):1–12. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13054-020-03355-x>
10. Annetta MG, Pittiruti M, Silvestri D, Grieco DL, Maccaglia A, La Torre MF, et al. Ultrasound assessment of rectus femoris and anterior tibialis muscles in young trauma patients. *Ann Intensive Care.* 2017;7(1).
11. Prado RI, Tanita MT, Cardoso LTQ, Grion CMC. Ultrasound-based evaluation of loss of lean mass in patients with burns: A prospective longitudinal study. *Burns [Internet].* 2023;49(8):1900–6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.burns.2023.04.004>

12. Umbrello M, Guglielmetti L, Formenti P, Antonucci E. Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID- 19 . The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect , the company ' s public news and information . 2020;(January).
13. Palakshappa JA, Reilly JP, Schweickert WD, Anderson BJ, Khoury V, Shashaty MG, et al. Quantitative peripheral muscle ultrasound in sepsis: Muscle area superior to thickness. *J Crit Care* [Internet]. 2018;47:324–30. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2018.04.003>
14. Lee ZY, Ong SP, Ng CC, Yap CSL, Engkasan JP, Barakatun-Nisak MY, et al. Association between ultrasound quadriceps muscle status with premorbid functional status and 60-day mortality in mechanically ventilated critically ill patient: A single-center prospective observational study. *Clinical Nutrition* [Internet]. 2021;40(3):1338–47. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.08.022>
15. Muscedere J, Waters B, Varambally A, Bagshaw SM, Boyd JG, Maslove D, et al. The impact of frailty on intensive care unit outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med*. 2017;43(8):1105–22.
16. González-Seguel F, Pinto-Concha JJ, Ríos-Castro F, Silva-Gutiérrez A, Camus-Molina A, Mayer KP, et al. Evaluating a Muscle Ultrasound Education Program: Theoretical Knowledge, Hands-on Skills, Reliability, and Satisfaction of Critical Care Physiotherapists. *Arch Rehabil Res Clin Transl*. 2021;3(3).
17. Seguel FG, Molina J, Ríos-Castro F. Confiabilidad en ecografía muscular esquelética por evaluadores experimentados y novatos de cuidados críticos. *Rev Med Chile*. 2023;151:1153–63.
18. González-Seguel F, Pinto-Concha JJ, Ríos-Castro F, Silva-Gutiérrez A, Camus-Molina A, Mayer KP, et al. Evaluating a Muscle Ultrasound Education Program: Theoretical Knowledge, Hands-on Skills, Reliability, and Satisfaction of Critical Care Physiotherapists. *Arch Rehabil Res Clin Transl*. 2021;3(3):100142.
19. Rockwood K, Song X, MacKnight C, Bergman H, Hogan DB, McDowell I, et al. A global clinical measure of fitness and frailty in elderly people. *CMAJ Canadian Medical Association Journal*. 2005;173(5):489–95.
20. Lawton M, Brody E. Assessment of older people: selfmaintaining and instrumental activities of daily living. *Gerontologist*. 1969;9:179–86. *Gerontologist*. 1969;9:1979–86.

## ANEXOS

COMITÉ ÉTICO CIENTÍFICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
CLÍNICA ALEMANA DE SANTIAGO  
UNIVERSIDAD DEL DESARROLLO



### ACTA DE APROBACIÓN DE SUB-PROYECTOS

2020-106

Santiago, 22 de mayo 2024

**Investigador responsable:** Felipe González Seguel

**Institución:** Magíster en Terapia Física y Rehabilitación

Facultad de Medicina – Clínica Alemana de Santiago – Universidad del Desarrollo

**Proyecto:** “Programa de entrenamiento en ecografía muscular orientado al paciente crítico: conocimiento adquirido, satisfacción del curso y confiabilidad de los estudiantes” (eMUSIC)

**Sub-proyecto:** “Valores basales ecográficos y tasa de cambio de la masa muscular periférica en la unidad de cuidados intensivos”

**Investigador Principal:** Matías Loch Franco

Los siguientes documentos han sido analizados a la luz de los postulados de la declaración de Helsinki, de la Guía Internacional de Ética para la Investigación Biomédica que involucra sujetos humanos CIOMS 2016, y de las Guías de Buena Práctica Clínica de ICH 1996:

1. Proyecto en extenso
2. Encuesta para profesionales de la salud
3. Formulario de consentimiento informado
4. CV IR
5. Declaración conflictos de intereses IR
6. Carta compromiso del IR

Sobre la base de la información presentada, el Comité se ha pronunciado de la siguiente manera sobre los siguientes aspectos éticos:

-Valor social: el subproyecto tiene valor social, ya que pretende aportar al conocimiento acerca de la variabilidad de la masa muscular periférica en pacientes en UCI.”

-Evaluación riesgo/beneficio: favorable, los riesgos son mínimos.

-Consentimiento informado: adecuado, completo y comprensible

-Protección de los participantes: adecuada, se resguarda confidencialidad y voluntariedad.

Facultad de Medicina UDD | Clínica Alemana de Santiago. Mail [ceccasudd@udd.cl](mailto:ceccasudd@udd.cl)



-Diseño: adecuado para responder la pregunta de investigación.

Por lo tanto, el Comité de Ética considera que este sub-proyecto, que se enmarca dentro del protocolo: "Programa de entrenamiento en ecografía muscular orientado al paciente crítico: conocimiento adquirido, satisfacción del curso y confiabilidad de los estudiantes" (eMUSICS), aprobado por este mismo Comité, está bien justificado y que no hay objeciones éticas para su realización y, por ende, otorga su aprobación, la que estará vigente mientras el proyecto esté en curso.

El Comité solicita al investigador responsable que, para nuevas correspondencias referentes a este Sub-proyecto, utilizar el número **2020-106**. Una vez finalizado el sub-proyecto, el Comité deberá ser informado de los resultados del estudio.

Digitally signed by MARCIAL ENRIQUE OSORIO FUENZALIDA  
DN: cn=CL, qt=R-Metropolitana, o=Santiago, ou=e-Digital, ou=e-Digital, cn=MARCIAL ENRIQUE OSORIO FUENZALIDA  
email=marcialosorio@udd.cl  
c=Chile, o=Universidad de Chile, ou=Facultad de Medicina, ou=Comité Ético Científico, ou=Comité Ético Científico  
Reason: Sign CEDULA-8618276-2 - 48766-6002957  
Location: e-Digital App  
Date: 22.05.2024 14:08:39 -0400

**Marcial Osorio F.**  
**Presidente**  
**Comité Ético Científico**

