



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**CENTRO MÉDICO NACIONAL 20 DE NOVIEMBRE**

**Modalidad: Tesis.**

**“GROSOR DEL MUSCULO CUÁDRICEPS MEDIDO POR  
ULTRASONIDO COMO PREDICTOR DE VENTILACIÓN MECÁNICA  
INVASIVA PROLONGADA EN LA UNIDAD DE CUIDADOS  
INTENSIVOS DEL CENTRO MÉDICO NACIONAL 20 DE  
NOVIEMBRE”**

QUE PARA OBTENER EL:

**TÍTULO DE ESPECIALISTA.**

EN:

**MEDICINA CRÍTICA**

PRESENTA:

**FONSECA TINOCO NORMA LAURA**

ASESOR PRINCIPAL:

**DR. OSCAR LÓPEZ SANTIAGO**



CIUDAD UNIVERSITARIA, CD.MX. AÑO 2024



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



## ÍNDICE

Índice de tablas y figuras.....	IV
1. Resumen.....	V
1.1 Abstract.....	VI
2. Abreviaturas.....	VII
3. Introducción.....	01
4. Antecedentes.....	02
4.1 Desconexión de la ventilación invasiva.....	03
4.2 Extubación difícil.....	03
4.3 Ecografía muscular.....	04
5. Planteamiento del problema.....	06
6. Justificación.....	07
7. Hipótesis.....	08
8. Objetivo general.....	09
9. Objetivos específicos.....	09
10. Metodología de la investigación.....	10
10.1 Diseño y tipo de estudio.....	10
10.2 Población de estudio.....	10
10.3 Universo de trabajo.....	10
10.4 Tiempo de ejecución.....	10
10.5 Esquema de selección.....	10
10.5.1 Definición de grupo control.....	10
10.5.2 Definición del grupo a intervenir.....	10
10.5.3 Criterios de inclusión.....	10
10.5.4 Criterios de exclusión.....	11
10.5.5 Criterios de eliminación.....	11
10.6 Tipo de muestreo.....	11
10.6.1 Muestreo probabilístico.....	11
10.6.2 Muestreo no probabilístico.....	11
10.7 Metodología para el cálculo del tamaño de la muestra y tamaño de la muestra.....	11
10.8 Descripción operacional de las variables.....	12
10.9 Técnicas y procedimientos por emplear.....	13
10.10 Procesamiento y análisis estadístico.....	14
11. Aspectos éticos.....	15



12. Consentimiento informado.....	16
12.1 Conflicto de intereses.....	16
13. Consideraciones de bioseguridad.....	16
14. Recursos.....	16
14.1 Recursos humanos.....	16
14.2 Recursos materiales.....	17
15. Cronograma de actividades.....	17
16. Resultados.....	18
17. Discusión.....	25
18. Conclusiones.....	27
19. Referencias bibliográficas.....	28



## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.

Tabla 1. Clasificación de destete.....	03
Figura 1. Distribución por género.....	18
Figura 2. Prevalencia de comorbilidades.....	18
Figura 3. Condición de los pacientes durante estancia en UCI.....	19
Figura 4. Media de edad de los pacientes, mostrando error típico.....	19
Figura 5. Media de peso de los pacientes, mostrando error típico.....	20
Figura 6. Media de talla de los pacientes, mostrando error típico.....	20
Figura 7. Media de IMC de los pacientes, mostrando error típico.....	21
Figura 8. Media de perímetro de cuádriceps, con error típico.....	21
Figura 9. Media del grosor del musculo cuádriceps en el día 0, con error típico.....	22
Figura 10. Media del grosor del musculo cuádriceps en el día 3, con error típico.....	22
Figura 11. Media del grosor del musculo cuádriceps en el día 5, con error típico.....	23
Figura 12. Media del grosor del musculo cuádriceps en el día 7, con error típico.....	23
Figura 13. Media de días de intubación, con error típico.....	24
Figura 14. Media de días de estancia en UCI, con error típico.....	24



## 1. RESUMEN.

**INTRODUCCIÓN.** Los pacientes en estado crítico se caracterizan por un incremento en el catabolismo lo que se asocia a un incremento de complicaciones tanto infecciosas, disfunción orgánica y hospitalización prolongada. El descenso de tejido magro se observa con mayor rapidez en los primeros 10 días de ingreso a la Unidad de Cuidados Intensivos, lo cual puede ser revertido o evitado con un adecuado aporte nutricional. Evaluar el estado nutricional de los pacientes que ingresan a la Unidad de Cuidados Intensivos es fundamental para determinar quiénes se benefician de un aporte calórico agresivo. El ultrasonido es una herramienta valiosa en la evaluación del estado nutricional de los pacientes críticos, valorando la masa muscular magra mediante la medición del grosor muscular, minimizando costos y facilitando la evaluación en la cabecera del paciente. Los estudios han demostrado que el ultrasonido tiene una fiabilidad y validez adecuada para la evaluación del estado nutricional.

**MATERIAL Y MÉTODOS.** El diseño es de una cohorte histórica. Se incluirán todos aquellos pacientes bajo ventilación mecánica invasiva y en quienes sea posible medir el grosor del músculo cuádriceps, se revisarán los expedientes para obtener resultados de laboratorio y se realizará la medición por ultrasonido del músculo cuádriceps, así como la medición del perímetro del muslo con cinta métrica. Se realizarán 3 mediciones en los días 0, 3 y 5 y se dará seguimiento a los días bajo ventilación mecánica invasiva.

**RESULTADOS.** Se analizaron 89 pacientes mayores de 18 años, que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos adultos y que recibieron ventilación mecánica invasiva, 56.2 % de ellos fueron hombres, con un promedio de edad de 64 años, se realizó medición del músculo cuádriceps con ultrasonido en los días 0, 3, 5 y 7 observándose una disminución promedio en el grosor del músculo de 13 mm, comparándolo con los días de ventilación mecánica, en promedio 10 días con un máximo de 22.

**CONCLUSIONES.** La ecografía resulta ser en la actualidad una herramienta de medición práctica y válida para el uso rutinario en la UCI, si bien, cuenta con el inconveniente de ser operador dependiente la facilidad para repetir el estudio junto a la cama del paciente resulta útil y de fácil adiestramiento, en este caso resulta importante la medición de la masa muscular ya que tiene una correlación directa con los días de ventilación mecánica invasiva.



## 1.1 ABSTRACT.

**INTRODUCTION.** Patients in critical condition are characterized by an increase in catabolism, which is associated with an increase in infectious complications, organ dysfunction, and prolonged hospitalization. The decrease in lean tissue is observed most rapidly in the first 10 days of admission to the Intensive Care Unit, which can be reversed or avoided with adequate nutritional support. Evaluating the nutritional status of patients admitted to the Intensive Care Unit is essential to determine who benefits from aggressive caloric intake. Ultrasound is a valuable tool in evaluating the nutritional status of critically ill patients, assessing lean muscle mass by measuring muscle thickness, minimizing costs and facilitating evaluation at the patient's bedside. Studies have shown that ultrasound has adequate reliability and validity for the assessment of nutritional status.

**MATERIAL AND METHODS.** The design is from a historical cohort. All patients under invasive mechanical ventilation and in whom it is possible to measure the thickness of the quadriceps muscle will be included. The records will be reviewed to obtain laboratory results and ultrasound measurement of the quadriceps muscle will be performed, as well as measurement of the thigh perimeter with measuring tape. 3 measurements will be made on days 0, 3 and 5 and the days under invasive mechanical ventilation will be followed up.

**RESULTS.** 89 patients over 18 years of age were analyzed, who were admitted to the adult Intensive Care Unit and who received invasive mechanical ventilation, 56.2% of them were men, with an average age of 64 years, measurement of the quadriceps muscle was performed with ultrasound in on days 0, 3, 5 and 7, an average decrease in muscle thickness of 13 mm was observed, compared to the days of mechanical ventilation, on average 10 days with a maximum of 22.

**CONCLUSIONS.** Ultrasound currently turns out to be a practical and valid measurement tool for routine use in the ICU, although it has the disadvantage of being operator-dependent, and the ease of repeating the study at the patient's bedside is useful and easy. training, in this case the measurement of muscle mass is important since it has a direct correlation with the days of invasive mechanical ventilation.



## 2. ABREVIATURAS.

CMN: Centro Médico Nacional.

PRE: Prueba de respiración espontánea.

RM: Resonancia magnética.

TC: Tomografía computarizada.

UCI: Unidad de Cuidados Intensivos.

US: Ultrasonido.





### 3. INTRODUCCIÓN.

Los pacientes en estado crítico se caracterizan por un incremento en el catabolismo lo que se asocia a un incremento de complicaciones tanto infecciosas, disfunción orgánica y hospitalización prolongada.

El metabolismo de estrés genera un consumo de energía y sustratos con el objetivo de mantener la respuesta inflamatoria, función inmunitaria y la reparación de tejidos, esta movilización de sustratos se genera a expensas de masa corporal magra, resultando en un rápido descenso de esta.

Este descenso se observa con mayor rapidez en los primeros 10 días de ingreso a la Unidad de Cuidados Intensivos, lo cual puede ser revertido o evitado con un adecuado aporte nutricional. Evaluar el estado nutricional de los pacientes que ingresan a la Unidad de Cuidados Intensivos es fundamental para determinar quiénes se benefician de un aporte calórico agresivo.

El ultrasonido es una herramienta valiosa en la evaluación del estado nutricional de los pacientes críticos, valorando la masa muscular magra mediante la medición del grosor muscular, minimizando costos y facilitando la evaluación en la cabecera del paciente. Los estudios han demostrado que el ultrasonido tiene una fiabilidad y validez adecuada para la evaluación del estado nutricional.



#### 4. ANTECEDENTES.

Debilidad muscular. Identificar el riesgo de desnutrición es de suma importancia ya que tiene asociación con el tiempo prolongado de estancia hospitalaria, mayores complicaciones por infecciones y un mayor costo en salud. Se ha reportado que la desnutrición asociada a enfermedad afecta del 25 al 50% de los pacientes hospitalizados. (1)

La debilidad diafragmática en pacientes con enfermedades críticas tiene asociación con malos resultados incluidos el aumento de la mortalidad en la UCI y la desconexión difícil de la ventilación asociada a duración prolongada de esta. (2)

El tejido muscular esquelético es altamente organizado, aporta soporte estructural, locomoción, respiración, forma, expresión facial y apoyo metabólico al cuerpo. (2)

La ventilación mecánica puede condicionar inmovilidad prolongada como resultado de la utilización de sedantes o bloqueadores neuromusculares lo que promueve neuropatía, desgaste muscular y pérdida de la función muscular. Esta disfunción neuromuscular se encuentra hasta en el 25% de los pacientes en UCI bajo ventilación mecánica invasiva por más de 7 días. (2)

La pérdida aguda de masa muscular esquelética es mayor en pacientes con falla orgánica múltiple, esto, condiciona discapacidad física lo cual es común entre los pacientes en la UCI. (3)

La debilidad adquirida en la UCI se asocia con destete prolongado de la ventilación, rehabilitación tardía, más días de estancia hospitalaria y mortalidad, con deterioro de la capacidad funcional física que pueden persistir hasta 5 años después del ingreso inicial en la UCI. (4)

Existen diversas características que contribuyen al desarrollo de la atrofia muscular, esto independiente del diagnóstico ya sea, enfermedad aguda o crónica, estas incluyen reposo en cama e inmovilización, inflamación sistémica y los cambios en el flujo sanguíneo. (5)

La disminución de la masa muscular es un factor que afecta la funcionalidad muscular, además ensombrece el pronóstico en pacientes ingresados en unidades de cuidados intensivos. (6)



Se ha descrito que existe una infiltración grasa progresiva del musculo, llamada miesteatosis, que reemplaza las fibras musculares, dañando las fibras que restan, esto debido a daño oxidativo y genera trastornos metabólicos como la resistencia a la insulina. (6)

#### 4.1 Desconexión de la ventilación invasiva.

La liberación de la ventilación mecánica describe el proceso de destete de la terapia de ventilación. Para este propósito hay que evaluar a cada paciente de forma individual sobre una base diaria. El pronóstico de los pacientes con ventilación prolongada (más de 14 días) es peor con respecto al resto. (7)

Grupo.	Categoría.	Definición.
1	Destete fácil.	Destete exitoso después de la primera PRE y extubación.
2	Destete difícil.	Destete exitoso después de uno inicialmente fallido a más tardar en la 3era PRE o dentro de los 7 días posteriores a la primer PRE fallida.
2	Destete prolongado.	Desconexión exitosa sólo después de al menos 3 PRE o ventilación durante más de 7 días después de la primera PRE falida.

Tabla 1. Clasificación de destete.

PRE: prueba de respiración espontánea.

#### 4.2 Extubación difícil.

El momento adecuado para detener la ventilación invasiva en pacientes de cuidados intensivos es crucial en términos de pronóstico. En la mayoría de los casos, la extubación no es problemática, pero en algunos casos puede ser mucho más difícil o incluso imposible. (8)

Hay condiciones que pueden hacer que la extubación sea considerablemente más difícil o incluso imposible y no es raro que la extubación conduzca a reintubación. Estas condiciones se pueden dividir en dos grupos:

1. Edema laríngeo.
2. Insuficiencia respiratoria persistente:
  - Fracaso posterior a la extubación.
  - Fallo de destete. (8)

Los pacientes en quienes se dificulta la extubación tienen un mayor riesgo de reintubación, tienen más probabilidades de requerir traqueotomía, tienen una mayor mortalidad hospitalaria y menor probabilidad de ser dados de alta. (9)



Los pacientes con trastornos neuromusculares y aquellos con debilidad adquirida en la UCI experimentan desconexión difícil o prolongada. Estos pacientes pueden experimentar deterioro del aclaramiento mucociliar como resultado de una tos ineficaz asociada a debilidad muscular respiratoria. (9)

Algunos predictores para extubación son potencialmente útiles, pero no son aplicables a todos los pacientes bajo ventilación mecánica, por ejemplo, el fracaso de la extubación predice no solo una ventilación mecánica prolongada, además, también identifica pacientes con 31 veces más probabilidad de pasar más de 14 días en la UCI después de la extubación. (10)

#### **4.3 Ecografía muscular.**

Los pacientes en estado crítico presentan una disminución abrupta de masa corporal magra, principalmente músculo esquelético, esto es independiente del aporte calórico administrado. (11)

Durante mucho tiempo se carecía de métodos confiables que evaluaran el desgaste del tejido magro en este tipo de pacientes, entre ellos el análisis de activación de neutrones in vitro o la evaluación de cambios en el área de la fibra muscular mediante biopsias musculares seriadas. (11)

Para medir la morfología de los músculos humanos de los muslos y las piernas, existen varias técnicas de imagen, como la tomografía computarizada (TC), resonancia magnética (RM) o el ultrasonido (US). Con este último es posible observar el desgaste muscular después de la inmovilización prolongada. (11)

El US es de utilidad para la evaluación de los cambios en la arquitectura del músculo esquelético periférico durante una enfermedad crítica. (4)

La ecografía muscular se utiliza para medir la masa muscular, además de identificar la acumulación de líquido en la fascia muscular, asociados a inflamación e infección. Por lo tanto, el US en modo B ayuda a caracterizar los cambios en la ecogenicidad muscular también las características en planos profundos que ocurren en una enfermedad crítica y relacionar la presencia de necrosis de miofibras asociadas a mal pronóstico. (3)



La determinación por US en modo B de la sección transversal del músculo se correlaciona bien tanto con el rendimiento deportivo en sujetos sanos como con la función del músculo esquelético en enfermedades críticas. (3)

El musculo esquelético es fundamental para la regulación de la inflamación, mediador de citocinas y es el depósito más grande (75%) para la eliminación de glucosa. Por lo tanto, la disminución de tejido muscular y el deterioro del musculo esquelético complican aún más las morbilidades en los pacientes críticos. (5)

La enfermedad, la infección y la inflamación se han asociado con la pérdida de masa corporal magra, además de una pérdida significativa del tamaño muscular, la celularidad y la proteína muscular de las piernas en pacientes críticos. (12)

A pesar de que no existen puntos de corte específicos validados, el área del recto anterior del cuádriceps se puede utilizar como criterio para la desnutrición. (13)

La ecografía no es invasiva, es libre de radiación y permite una evaluación fácil y precisa de la anatomía muscular. (14)

La masa muscular se puede evaluar con precisión mediante métodos de imagen, para ello son útiles la tomografía computarizada y las imágenes por resonancia magnética, sin embargo, son métodos costosos e implican exposición a radiación ionizante. Las mediciones ecográficas musculares se han propuesto como una alternativa para evaluar la masa muscular, generalmente mediante la medición del espesor de la sección transversal del musculo recto femoral. (6)



## 5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La pérdida del músculo esquelético es una complicación frecuente entre los pacientes con enfermedades críticas, clínicamente descrita como debilidad adquirida en la UCI, lo cual se asocia a una ventilación prolongada, rehabilitación tardía, mayor duración de la estancia hospitalaria y mortalidad.

Por lo tanto, la estratificación del riesgo de los pacientes con pérdida de masa muscular es vital para optimizar las intervenciones médicas, incluidas la nutrición y la rehabilitación temprana. Si bien existen métodos que permiten cuantificar la fuerza muscular, estos están restringidos para pacientes despiertos, alertas, con adecuado estado cognitivo y que son capaces de realizar esfuerzos máximos, sin embargo, en los pacientes ingresados a las unidades de cuidados intensivos se necesitan pruebas que no dependan de la cooperación del paciente y que no incluyan complejidad en su realización. En consecuencia, la ecografía cobra una valiosa utilidad para medir las modificaciones de la masa muscular en pacientes críticos. De lo anterior surge la siguiente pregunta:

¿La disminución en el grosor del músculo cuádriceps medido por ultrasonido tiene asociación directa con los días de ventilación mecánica invasiva de los pacientes en la Unidad de Cuidados Intensivos del CMN 20 de noviembre?



## 6. JUSTIFICACIÓN.

La desnutrición es un fuerte factor de riesgo de morbilidad y mortalidad en los pacientes ingresados en la unidad de Cuidados Intensivos independiente de la patología de ingreso. Por lo tanto, el reconocimiento y tratamiento tempranos de la desnutrición, especialmente para pacientes que requieren ventilación mecánica resulta fundamental, tanto para disminuir las complicaciones que conlleva un estado nutricional deficiente, así como para el impacto que este tiene en los días de ventilación mecánica.

La evaluación del grosor del musculo cuádriceps con el ultrasonido es una herramienta de gran interés para la detección y seguimiento de la debilidad muscular al lado de la cama del paciente. Los principios de la técnica de ultrasonido ya han sido evaluados y han mostrado diferencias evidentes entre el musculo esquelético sano y enfermo, entre ellas el área de la sección transversal y el espesor de la capa muscular. Cabe mencionar que el ultrasonido está ampliamente disponible en las UCI, además de que es portátil, simple y rápido de realizar. También es independiente de la cooperación del paciente, no utiliza radiación ionizante y se puede realizar a un lado de la cama del paciente.



## 7. HIPÓTESIS.

Hipótesis de trabajo: La disminución del grosor del músculo cuádriceps medido por ultrasonido se asocia con ventilación invasiva prolongada en pacientes en estado crítico.

Hipótesis nula: La disminución del grosor del músculo cuádriceps medido por ultrasonido no tiene asociación en los días de ventilación invasiva en los pacientes en estado crítico.





## 8. OBJETIVO GENERAL.

Conocer la asociación entre el grosor del musculo cuádriceps medido por ultrasonido y los días de ventilación mecánica en pacientes ingresados en la Unidad de cuidados intensivos.

## 9. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Conocer si los pacientes con más días de ventilación mecánica invasiva tienen una reducción en el grosor del musculo cuádriceps medido por ultrasonido.
2. Conocer si existe una asociación proporcional entre la reducción del grosor del musculo cuádriceps y los días de ventilación mecánica invasiva en los pacientes críticos.
3. Conocer si existe una variación en el grosor del musculo cuádriceps medido por ultrasonido en los pacientes ventilados en la unidad de cuidados intensivos.



## 10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

### 10.1 Diseño y tipo de estudio.

1. MANIOBRA = no existirá una maniobra, Observacional.
2. SEGUIMIENTO = solo se evaluarán los días bajo ventilación mecánica invasiva, Transversal.
3. Direccionalidad en la obtención de la información = Retrospectivo.
4. Búsqueda o no de asociación entre dos variables = Comparativo
5. Diseño de estudio: Cohorte.

### 10.2 Población de estudio.

Pacientes adultos que requieran intubación mecánica invasiva y en quienes sea posible realizar mediciones del grosor del cuádriceps, y que se prevea una estancia mínima de 7 días.

### 10.3 Universo de trabajo.

Se obtendrán datos de expedientes de pacientes adultos que ingresan a la Unidad de Cuidados Intensivos y que requieran ventilación mecánica invasiva.

### 10.4 Tiempo de ejecución.

1 marzo 2023- 31 octubre 2023

### 10.5 Esquema de selección.

#### 10.5.1 Definición de grupo control.

Se realizará la medición del musculo cuádriceps con ultrasonido y se asociará con los días de ventilación mecánica. Por lo cual no existirá grupo control.

#### 10.5.2 Definición del grupo a intervenir.

Pacientes adultos que hayan ingresado a la Unidad de Terapia Intensiva adultos y que requieran ventilación mecánica invasiva con estancia mínima de 7 días.

#### 10.5.3 Criterios de inclusión.

1. Pacientes adultos.



2. Ingreso UCIA bajo ventilación mecánica invasiva.
3. Que tengan una estancia de al menos 7 días.
4. A quienes se les pueda realizar medición del perímetro del muslo.
5. A quienes se les pueda realizar medición por USG del musculo cuádriceps.
6. Con estudios de laboratorio al ingreso a UCIA.

#### **10.5.4 Criterios de exclusión.**

1. Pacientes pediátricos
2. Con estancia prolongada en hospitalización.
3. Con quemadura o infecciones en muslos que impidan la medición.
4. Con estancia en UCIA menor a 7 días.

#### **10.5.5 Criterios de eliminación.**

1. Que no requieran ventilación mecánica invasiva.

### **10.6 Tipo de muestreo.**

#### **10.6.1 Muestreo probabilístico.**

No aplica.

#### **10.6.2 Muestreo no probabilístico.**

Se llevará a cabo la revisión de expedientes y se incluirán los pacientes que hayan requerido ventilación mecánica invasiva, se incluirán de forma continua conforme cumplan los criterios de inclusión.

### **10.7 Metodología para el cálculo del tamaño de la muestra y tamaño de la muestra.**

El cálculo de la muestra se realizó utilizando el coeficiente de relación de Pearson, con la siguiente fórmula:

- $$n = \left[ \frac{(Z\alpha + Z\beta)}{0.5 \ln [(1+r)/(1-r)]} \right]^2 + 3$$
- $Z\alpha$ : 1.96 (si la seguridad es del 95%)
  - $Z\beta$ : 0.86



- In: Logaritmo natural
- r: Coeficiente de correlación

Obteniendo un valor de n de 30.

### 10.8 Descripción operacional de las variables.

Nombre de variable	Definición	Tipo de variable	Unidad de medida
Edad	Tiempo que ha vivido una persona.	Cuantitativa continua/independiente.	Años.
Género	Condición orgánica: masculino, femenino.	Cualitativa/nominal/independiente.	Hombre/mujer.
Peso.	Medida de la fuerza gravitatoria que actúa sobre un objeto.	Cuantitativa continua/independiente.	Kilogramos (kg).
Talla	Designa la altura de un individuo.	Cuantitativa continua/independiente.	Metros (m).
índice de masa corporal (IMC).	Razón que asocia masa y talla de un individuo.	Cuantitativa continua/dependiente.	Kilogramo/metro <sup>2</sup> (kg/m <sup>2</sup> )
Diabetes tipo 2.	Trastorno en el que el organismo no produce suficiente cantidad de insulina o no responde normalmente a la misma.	Cualitativa dicotómica/dependiente.	Si/No
Hipertensión arterial sistémica.	Elevación continua de la presión en las arterias.	Cualitativa dicotómica/dependiente.	Si/No.
Enfermedad renal crónica.	Deterioro progresivo y a largo plazo de la función renal.	Cualitativa dicotómica/dependiente.	Si/No.
Falla cardiaca.	Trastorno en el cual el corazón es incapaz de satisfacer las demandas del organismo.	Cualitativa dicotómica/dependiente.	Si/No.



Tipo de nutrición.	Método de aporte de nutrientes para proporcionar la energía requerida.	Cualitativa nominal/dependiente	Enteral/Parenteral/Mixto.
Ventilación mecánica.	Procedimiento de respiración artificial que emplea un aparato mecánico para ayudar o sustituir la función respiratoria.	Cualitativa dicotómica/dependiente	Si/No.
Fecha de intubación.	Fecha del momento de la colocación de tubo orotraqueal.	Cuantitativa nominal/independiente.	Día/Mes/Año
Fecha de extubación.	Fecha del momento de realizar el retiro de cánula orotraqueal.	Cuantitativa nominal/independiente.	Día/Mes/Año.
Grosor del cuádriceps.	Longitud medida por ecografía del tercio medio del muslo.	Cuantitativa continua/independiente.	Milímetros (mm).
Perímetro de cuádriceps.	Medida del contorno del tercio medio del muslo.	Cuantitativa continua/Independiente.	Centímetros (cm).

### 10.9 Técnicas y procedimientos por emplear.

Se incluirán todos aquellos pacientes adultos, que ingresan a la Unidad de Cuidados Intensivos, bajo ventilación mecánica invasiva y en quienes sea posible medir el grosor del musculo cuádriceps, se revisarán los expedientes para obtener resultados de laboratorio y se realizará la medición por ultrasonido del musculo cuádriceps, así como la medición del perímetro del muslo con cinta métrica.

Se realizarán 3 mediciones en los días 0, 3 y 5 y se dará seguimiento a los días bajo ventilación mecánica invasiva.



## **10.10 Procesamiento y análisis estadístico.**

1. Las características basales se presentarán como medias y desviaciones estándar o mediana para las variables continuas.
2. Para las variables categóricas se utilizarán proporciones.
3. Se realizará T de Student para comparar las diferencias entre variables continuas y categóricas.
4. Se analizarán las medidas de variabilidad o dispersión para describir la distribución del grosor del músculo cuádriceps medido por US.
5. Los resultados se analizarán utilizando SPSS para Windows.
6. Se considera significativo un valor de p menor a 0.05 en las variables cuantitativas.



## 11. ASPECTOS ÉTICOS.

**Autonomía:** Es la capacidad de las personas de deliberar sobre sus finalidades personales y de actuar bajo la dirección de las decisiones que pueda tomar. Todos los individuos deben ser tratados como seres autónomos y las personas que tienen la autonomía mermada tienen derecho a la protección.

En este protocolo de investigación, la autonomía no se ve afectada puesto que no se expresan nombre ni ningún otro dato personal de los pacientes.

**Beneficencia:** “Hacer el bien”, la obligación moral de actuar en beneficio de los demás. Curar el daño y promover el bien o el bienestar. Es un principio de ámbito privado y su cumplimiento no está penado legalmente.

Toda vez que, con las acciones emprendidas por este protocolo, se causase un daño físico o moral, se suspendería la inclusión del paciente al estudio, sin embargo, al ser un estudio retrospectivo, no se vería afectado de ninguna manera.

**No-maleficencia:** Es el *primum non nocere*. No producir daño y prevenirlo. Incluye no matar, no provocar dolor ni sufrimiento, no producir incapacidades. No hacer daño. Es un principio de ámbito público y su incumplimiento está penado por la ley.

Este protocolo de estudio se limita a solo conocer datos como resultados de laboratorio, signos vitales y demás que se encuentran ya plasmados en un expediente clínico, por lo que no aplica ningún daño directo a los pacientes.

**Justicia:** Equidad en la distribución de cargas y beneficios. El criterio para saber si una actuación es o no ética, desde el punto de vista de la justicia, es valorar si la actuación es equitativa. Debe ser posible para todos aquellos que la necesiten. Incluye el rechazo a la discriminación por cualquier motivo. Es también un principio de carácter público y legislado. El protocolo de estudio no genera algún actuar que sea inequitativo o que incluya ventaja sobre los pacientes.

Con base al Título quinto investigación para la salud, capítulo único de la Ley Federal de Salud vigente:

**Artículo 96.-** La investigación para la salud comprende el desarrollo de acciones que contribuyan: II. Al conocimiento de los vínculos entre las causas de enfermedad, la práctica médica y la estructura social;



V. Al estudio de las técnicas y métodos que se recomienden o empleen para la prestación de servicios de salud. Para lo cual, el presente protocolo de estudio contribuirá para reconocer las técnicas del retiro de la ventilación mecánica que genere una mejoría en la recuperación de la salud de un paciente.

**Artículo 97.-** La Secretaría de Educación Pública, en coordinación con la Secretaría de Salud y con la participación que corresponda al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología orientará al desarrollo de la investigación científica y tecnológica destinada a la salud. Por lo tanto, se extiende el presente protocolo al comité de investigación de este CMN 20 de noviembre para su revisión y autorización.

## 12. CONSENTIMIENTO INFORMADO.

No se requerirá por naturaleza retrospectiva del estudio

### 12.1 CONFLICTO DE INTERESES.

No tenemos ningún conflicto de interés.

## 13. CONSIDERACIONES DE BIOSEGURIDAD.

Se manejarán expedientes no procedentes de ningún paciente con COVID u otra enfermedad infectocontagiosa.

Se aplicarán medidas de lavado de manos cada vez que se maneje expediente físico.

Se manejarán datos de expediente electrónico

No existe riesgo alguno para el médico o el paciente en la obtención de los datos.

## 14. RECURSOS.

1. Expediente clínico electrónico
2. Base de datos estadísticos
3. Programa institucional de resultados de laboratorio
4. Programa de Excel / hojas de cálculo
5. Ultrasonido

### 14.1 RECURSOS HUMANOS.





1. Residentes de 1er y 2o año de la especialidad de medicina critica CMN 20 de noviembre
2. Asesor de tesis.

**14.2 RECURSOS MATERIALES.**

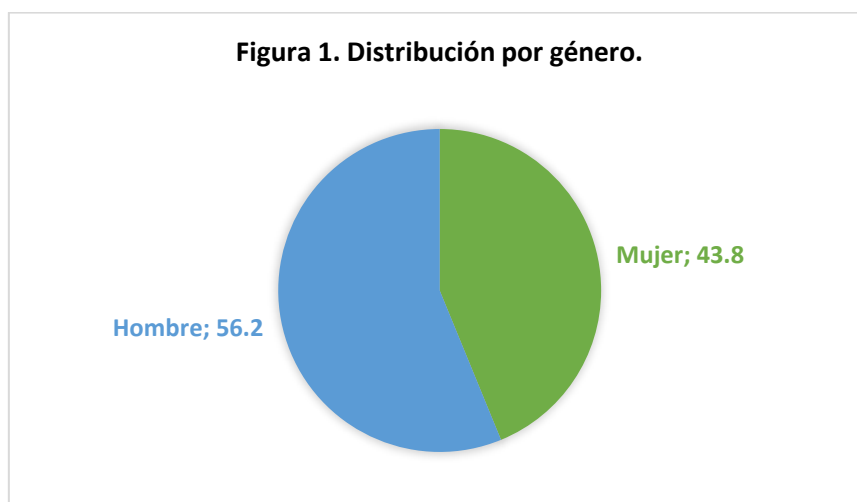
1. Libre de registro de pacientes que ingresan a UCI y UCI posquirúrgica
2. Hojas de registros de signos vitales de pacientes
3. Expedientes clínico físico
4. Computadora
5. Ultrasonido

**15. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.**

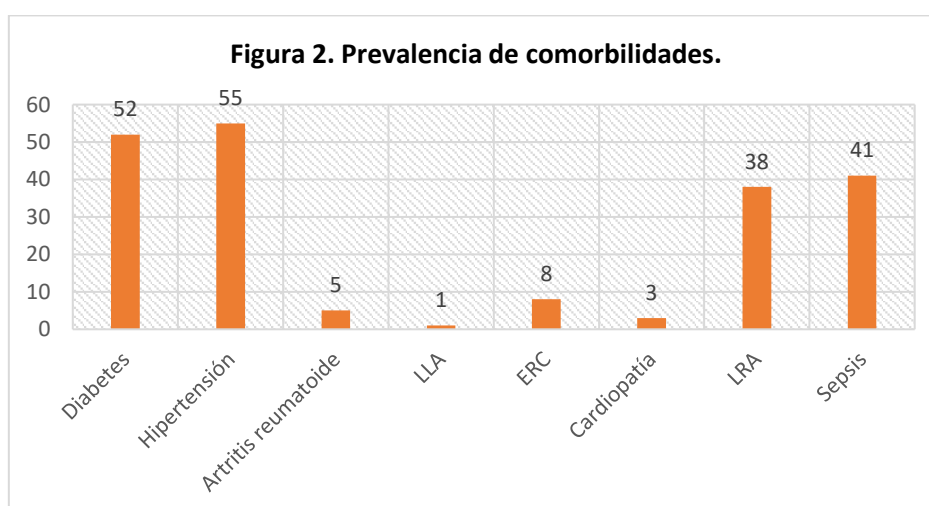
Actividad	Marzo 2023	Junio 2023	Septiembre 2023	Noviembre 2023	Enero 2024	Febrero 2024
1. Elección del tema	x					
2. Recopilación bibliográfica		x				
3. Elaboración del protocolo			X			
4. Presentación del protocolo al comité				x		
5. Recopilación de datos (del expediente clínico).					Enero a febrero 2024	
6. Análisis de resultados						X
7. Elaboración del informe final						x

## 16. RESULTADOS.

En este estudio se analizaron 89 expedientes de pacientes que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos Adultos que requirieron intubación orotraqueal por al menos 7 días, en cuanto a la distribución por género se evidencio que el 43.8% de los pacientes incluidos en este protocolo fueron mujeres frente a un 56.2 % de hombres. (Figura 1)

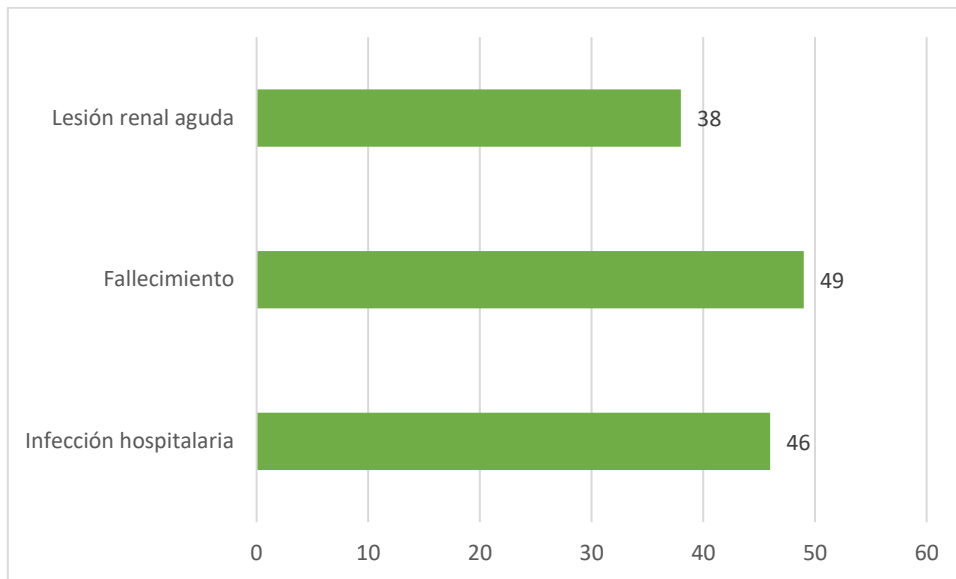


Otro punto para destacar fueron las comorbilidades, dentro de ellas la que más prevalencia tuvo fue Hipertensión arterial sistémica, seguida de Diabetes tipo 2 y en tercer lugar los pacientes con Lesión renal aguda. Si bien los pacientes presentan más de una comorbilidad, estas tres fueron las más comunes. (Figura 2).



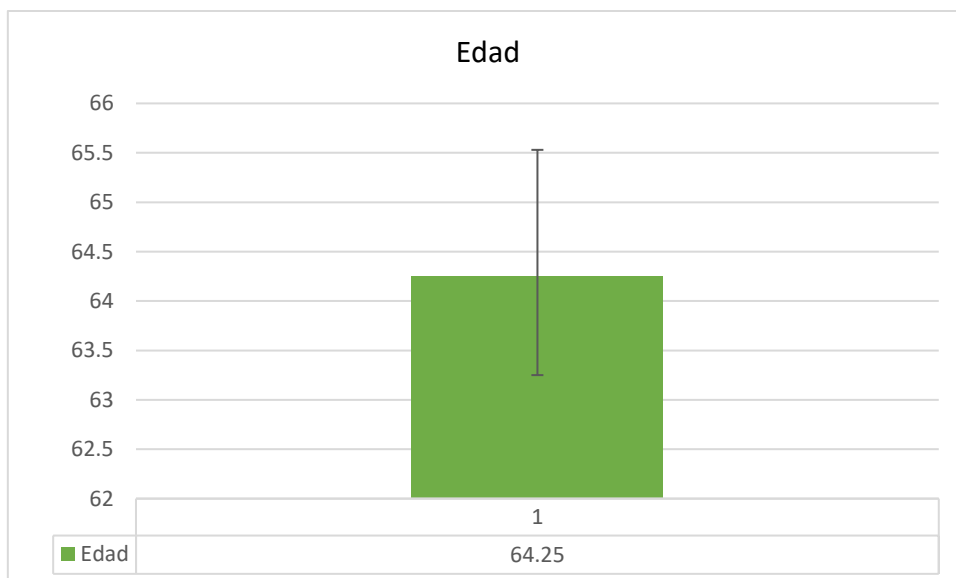
En el siguiente grafico se observa que, del total de pacientes analizados, 38 cursaron con lesión renal aguda lo que representa el 42.7 %, 46 pacientes presentaron infección durante

su hospitalización que equivale al 51.7 % del total y 46 pacientes fallecieron lo que representa el 55.1%. (Figura 3).



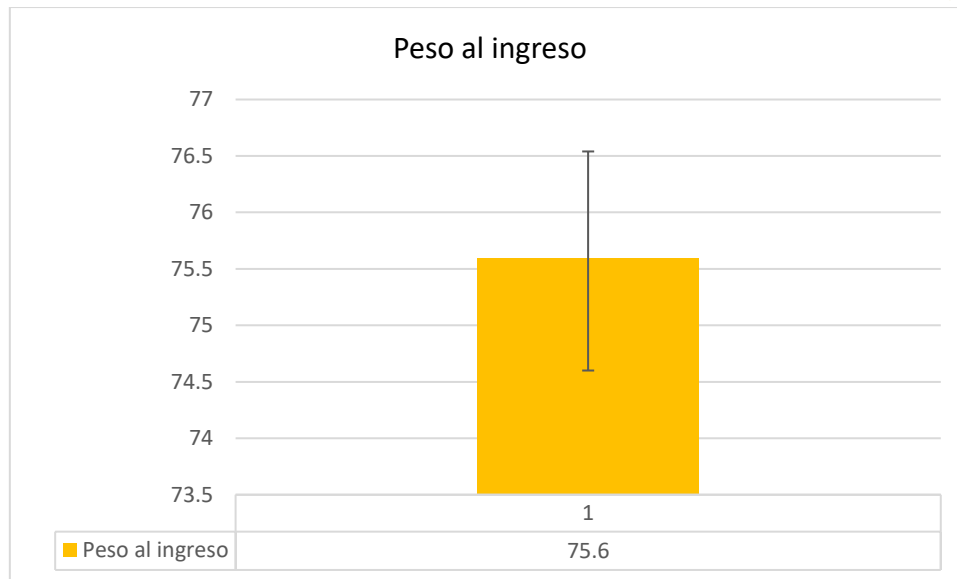
**Figura 3. Condición de los pacientes durante su estancia en UCI.**

En los siguientes gráficos se observan las características de los pacientes, de los 89 pacientes el promedio de edad es de 64.25 años, con un error típico de +/- 1.28, con una edad mínima de 24 años y una edad máxima de 86 años. (Figura 4).



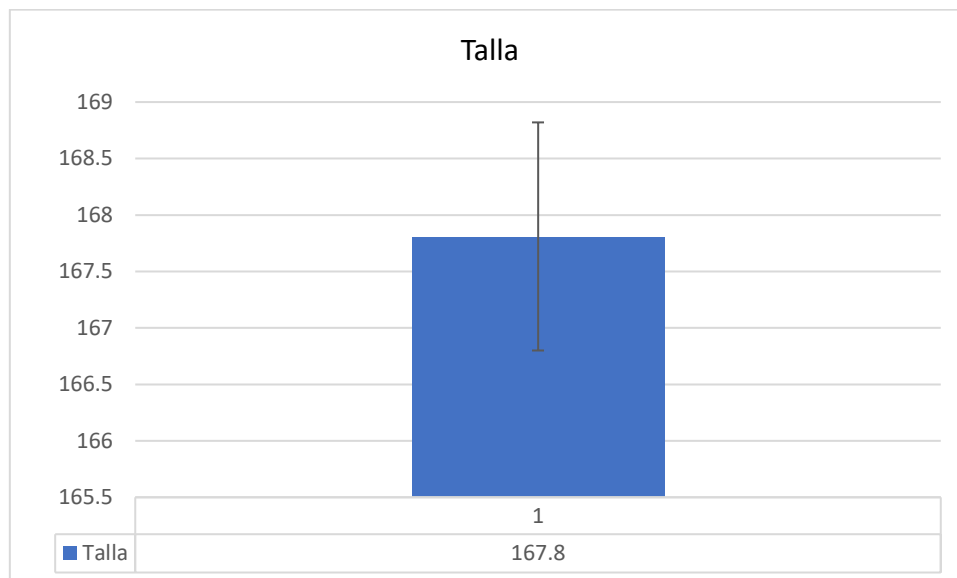
**Figura 4. Media de edad de los pacientes, mostrando error típico.**

La media de peso al ingreso fue de 75.6 kg, con un error típico de +/- 0.94, con un peso mínimo de 50 kg y máximo de 99 kg. (Figura 5).



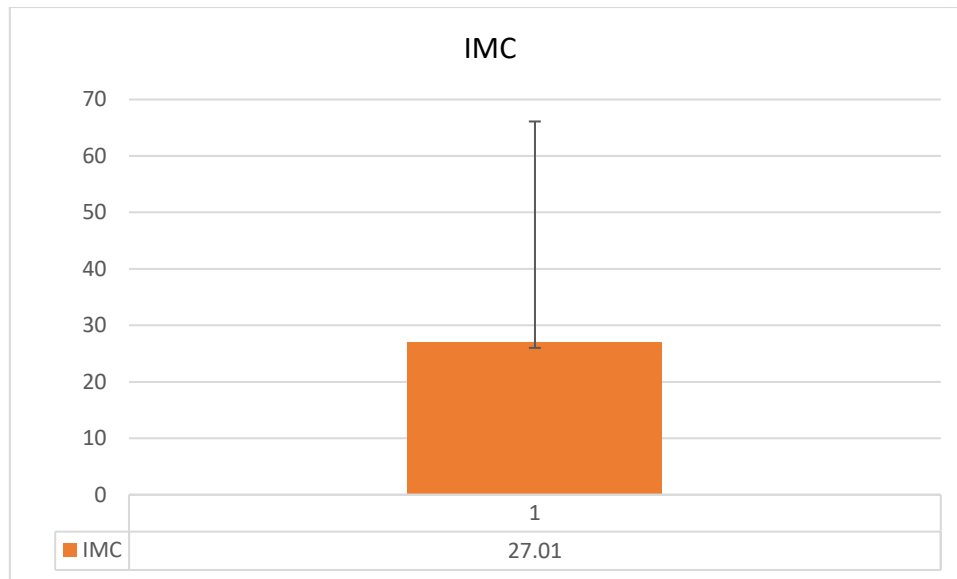
**Figura 5. Media de peso de los pacientes, mostrando error típico.**

La media de talla de los pacientes fue de 167.8 cm, con un error típico de +/- 1.02, con una talla máxima de 186 cm y mínima de 149 cm. (Figura 6).



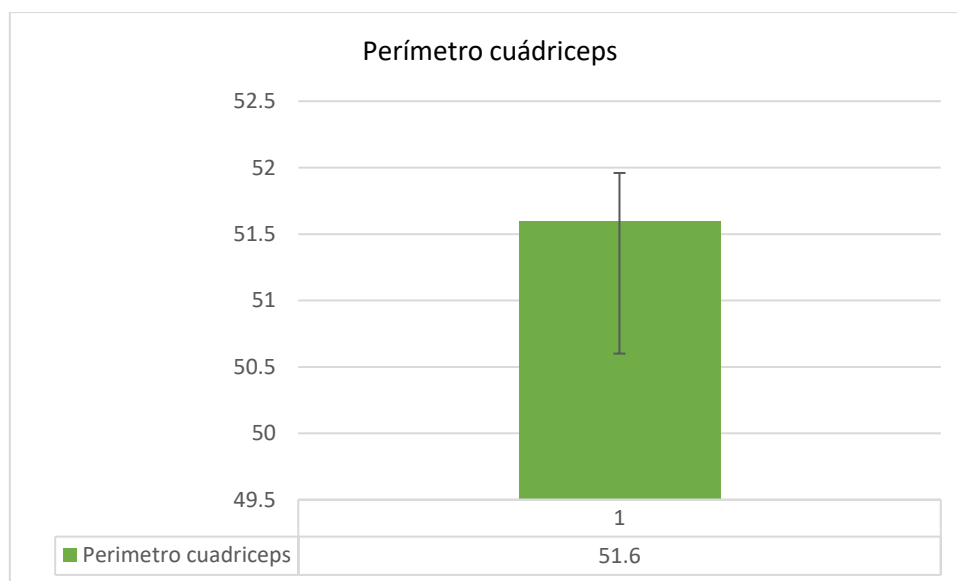
**Figura 6. Media de talla de los pacientes, mostrando error típico.**

La media de IMC de los pacientes fue de 27.01, con un error típico de +/- 39.15, con un IMC mínimo de 19.7 y máximo de 35.1. (Figura 7).



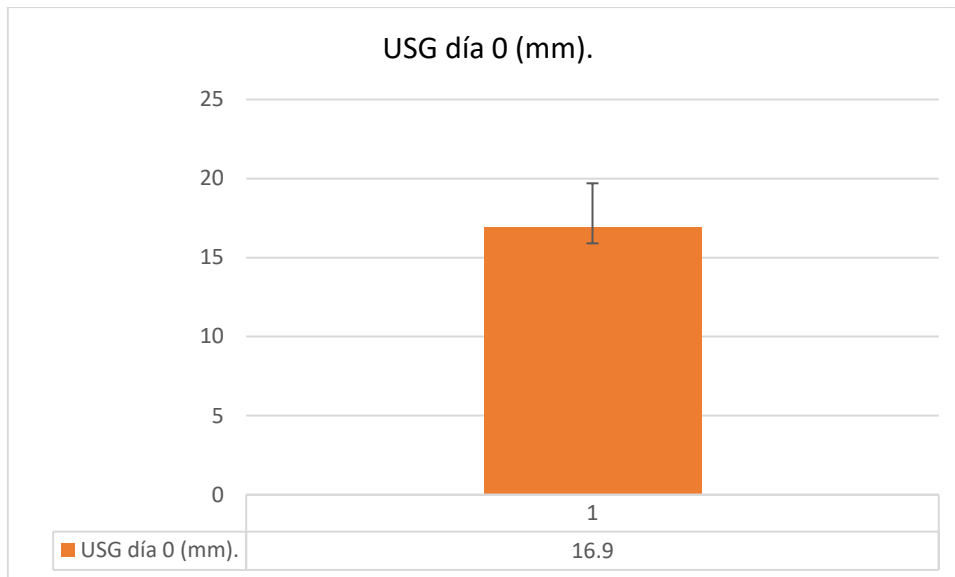
**Figura 7. Media de IMC de los pacientes, mostrando error típico.**

La media del perímetro del musculo cuádriceps medida al ingreso fue de 51.6 cm, con un error típico de  $\pm 0.36$ , con un perímetro máximo de 56 cm y perímetro mínimo de 42 cm. (Figura 8).



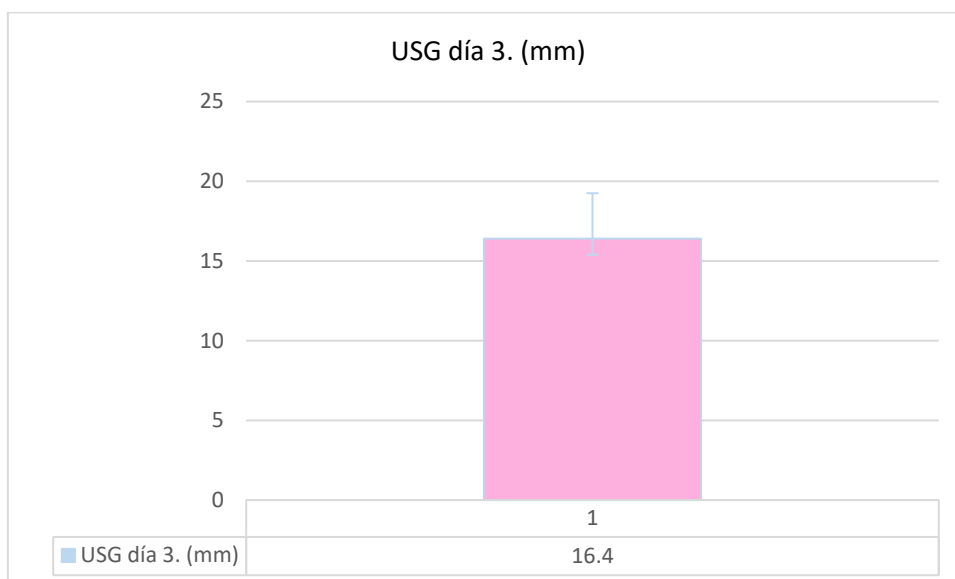
**Figura 8. Media de perímetro de cuádriceps, con error típico.**

La media del grosor del musculo cuádriceps medido por USG el día del ingreso fue de 16.9 mm, con un error típico de  $\pm 2.8$ , con un grosor máximo de 21 mm y mínimo de 9.9 mm. (Figura 9).



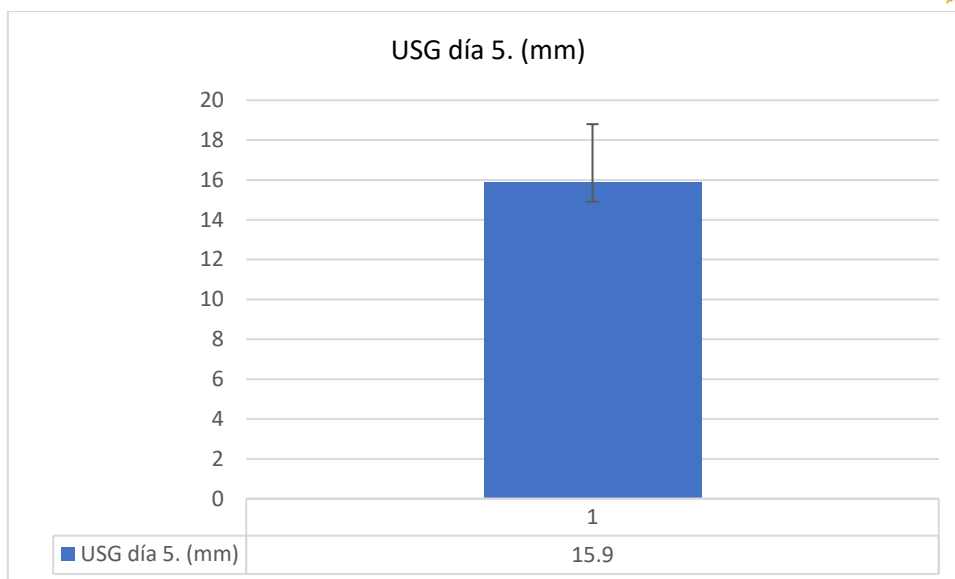
**Figura 9. Media del grosor del musculo cuádriceps en el día 0, con error típico.**

La media del grosor del musculo cuádriceps medida por USG en el día 3 fue de 16.4 mm con un error típico de +/- 2.85, con un grosor máximo de 20.7 mm y mínimo de 8.7 mm. (Figura 10).



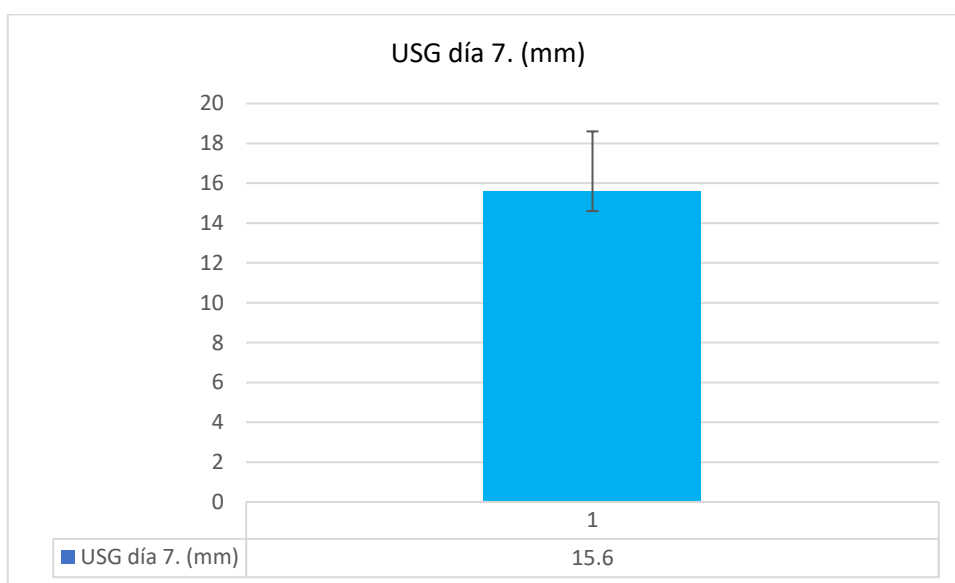
**Figura 10. Media del grosor del musculo cuádriceps en el día 3, con error típico.**

La media del grosor del músculo cuádriceps mediada por USG en el día 5 fue de 15.9 mm con un error típico de +/- 2.9, con un grosor máximo de 20 mm y mínimo de 8 mm. (Figura 11).



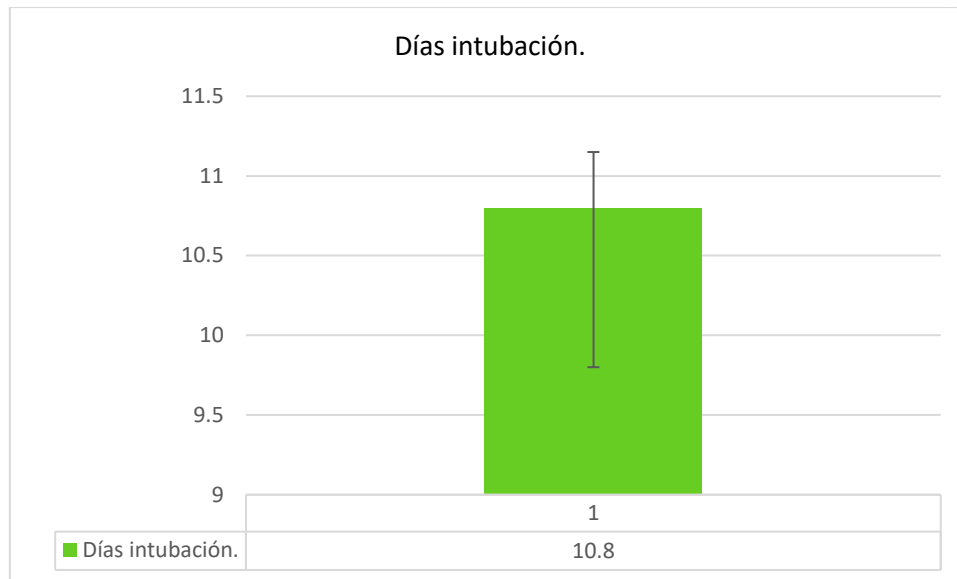
**Figura 11. Media del grosor del músculo cuádriceps en el día 5, con error típico.**

La media del grosor del músculo cuádriceps medido por USG en el día 7 fue de 15.6 mm con un error típico de +/- 3.0, con un grosor máximo de 19.9 mm y mínimo de 8.0 mm. (Figura 12).



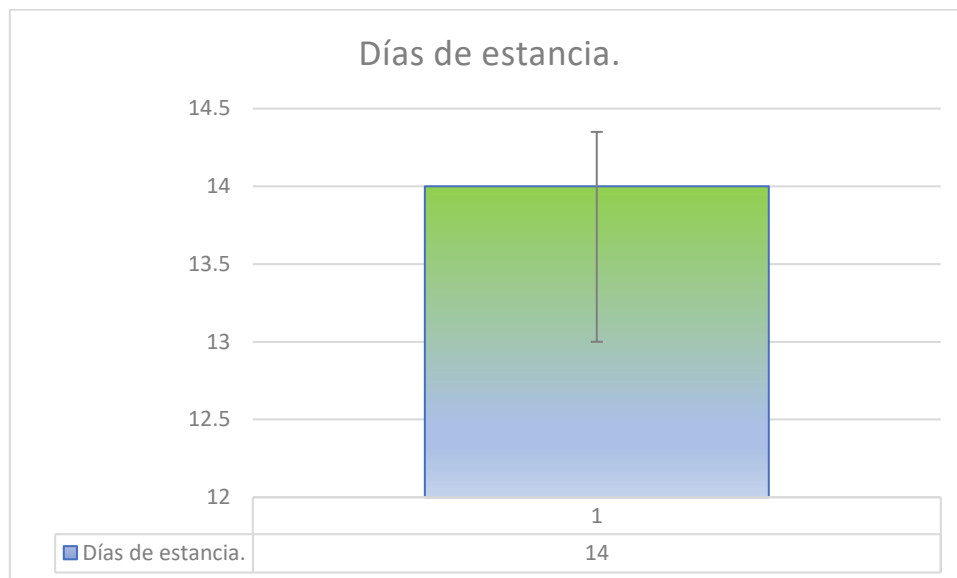
**Figura 12. Media del grosor del musculo cuádriceps día 7, con error típico.**

La media de días de intubación de los pacientes fue de 10.8 días, con un error típico de +/- 0.35, con un máximo de días de 22 días y mínimo de 7 días. (Figura 13).



**Figura 13. Media de días de intubación, con error típico.**

La media de días de estancia en la UCI fue de 14 días, con un error típico de +/- 0.35, con un máximo de días de estancia de 22 días y mínimo de 7 días. (Figura 14).



**Figura 14. Media de días de estancia en UCI, con error típico.**





## 17. DISCUSIÓN.

El presente estudio se llevó a cabo en pacientes del Centro Médico Nacional 20 de noviembre, se analizaron a los pacientes que ingresaban a la Unidad de Cuidados Intensivos adultos y que requerían intubación orotraqueal, la población estudiada incluyo a pacientes mayores de 17 años, ya que es la población admitida en el servicio de Cuidados Intensivos, de ambos sexos; el objetivo de este estudio fue corroborar que existe una relación entre la disminución del grosor del musculo y los días de intubación orotraqueal, y por lo tanto de los días de hospitalización y mortalidad.

Como se observa en la figura 1, de los 89 expedientes analizados, la mayoría corresponde a pacientes del sexo masculino con un 56.2 %, con un promedio de edad de 64.2 años, además cabe destacar que dentro de las comorbilidades más comunes se encuentran la Hipertensión arterial y la Diabetes tipo 2.

Tal como lo describen Martin Dres y col existen múltiples factores de riesgo para desarrollar debilidad muscular en los pacientes de la UCI y uno de los más importantes es la sepsis, lo que coincide con lo observado en la población de este estudio, ya que en la gráfica de la figura 2 se observa que 41 pacientes presentaron esta comorbilidad lo que representa el 46 % del total de la población estudiada. (2)

Como lo describen W. Windisch y cols, el destete prolongado se refiere a aquel en el que los pacientes permanecen intubados por más de ocho días o aquellos que solo pueden ser decanulados después de una traqueostomía y ventilación invasiva durante muchas semanas, como se presente en este estudio los pacientes permanecieron intubados un promedio de 10 días con un máximo de 22 días de intubación, lo cual coincide con la ventilación prolongada. (8)

Otro punto para destacar es la disminución progresiva del grosor del musculo cuádriceps medido por ultrasonido, como se observa en las gráficas de las figuras 9, 10, 11 y 12 que corresponden a las mediciones realizadas en los días 0, 3, 5 y 7 de intubación orotraqueal, que se asocia a lo descrito en el artículo de 2017 definido como polineuropatía por enfermedad crítica y miopatía que son las principales causas de debilidad muscular en los pacientes de la UCI. (2)



Como lo mencionan Gutiérrez Zarate y col, el paciente crítico experimenta la mayor pérdida de músculo en los primeros diez días de ingreso en la UCI y esta disminución de músculo se vuelve más evidente por la severidad de la enfermedad. En su estudio Puthucheary y cols, demostraron que el grosor del recto femoral medido por ultrasonido evidencia la pérdida muscular la cual se amplifica de acuerdo con la severidad del padecimiento en la primera semana de ingreso a UCI, lo cual se equipara con lo demostrado en este protocolo. (15)

Los principios de la técnica de ultrasonido neuromuscular se han descrito previamente (4), con evidentes diferencias entre el músculo esquelético sano y enfermo, también existe una serie de características en la arquitectura del músculo esquelético lo que se refleja principalmente en el espesor del músculo.

En el presente estudio se decidió la utilización del ultrasonido para evaluar el desgaste muscular en los pacientes ingresado en la Unidad de Cuidados Intensivos, como lo han descrito Wolfgang Gruther y cols, existen otras técnicas para la evaluación de la atrofia muscular entre las que se encuentran la tomografía computarizada y la resonancia magnética, sin embargo el ultrasonido resulta ser más practicable y factible que el resto, además de que en estudios donde se han comparado no existen diferencias significativas entre ellas. (11)

En el estudio aquí descrito las pérdidas de masa muscular observadas durante los primeros 7 días de estancia en la UCI fueron similares a las que describe Wolfgang Gruther y cols, con relación a los datos presentados es posible determinar que existe una relación entre el desgaste muscular y los días de intubación orotraqueal, que es el principal objetivo aquí planteado. (11)

Como lo describe Zudin A. Puthucheary y cols, la intensidad de la ecografía muscular se correlaciona negativamente con la fuerza muscular y el rendimiento esto independiente de la masa muscular, por lo tanto, cobra relevancia en el presente estudio, ya que una disminución en el grosor muscular predice una ventilación mecánica invasiva prolongada en los pacientes críticamente enfermos. (3)

Moisey y cols, demostraron que el 71% de los pacientes mayores de 65 años tienen una musculatura inferior a la normal al ingresar en la UCI y esto se relaciona con la mortalidad, así como con la reducción de los días sin ventilación y sin UCI, tal y como ocurrió en la población de este estudio, ya que se puede observar en la figura 3, el 55% de los pacientes fallecieron. (5)



## 18. CONCLUSIONES.

En conclusión la ecografía resulta ser en la actualidad una herramienta de medición práctica y válida para el uso rutinario en la UCI, si bien, cuenta con el inconveniente de ser operador dependiente la facilidad para repetir el estudio junto a la cama del paciente resulta útil y de fácil adiestramiento, en este caso resulta importante la medición de la masa muscular ya que como se observó en el estudio existe una clara relación con la disminución del grosor muscular y la ventilación mecánica invasiva prolongada, de esta forma la adopción de protocolos estandarizados para la medición facilitara la realización de esta evaluación y será de utilidad para implementar estrategias que reduzcan la atrofia muscular y tomar medidas preventivas en aquellos pacientes con alto riesgo de desgaste muscular que genere un destete prolongado en los pacientes críticamente enfermos.

También se necesita más investigación para establecer opciones de rehabilitación para los pacientes en cuidados intensivos con el fin de minimizar el desgaste muscular durante su estancia en la UCI.



## 19. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Pinzón-Espitia OL, Pardo Oviedo JM, Murcia Soriano LF. Nutritional risk and clinical outcomes in patients diagnosed with COVID-19 in a high-complexity hospital network. *Nutr Hosp.* 2022;39(1):93–100.
2. Dres M, Goligher EC, Heunks LMA, Brochard LJ. Critical illness-associated diaphragm weakness. *Intensive Care Med.* 2017;43(10):1441–52.
3. Puthuchery 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.
4. Connolly B, Macbean V, Crowley C, Lunt A, Moxham J, Rafferty GF, et al. Ultrasound for the assessment of peripheral skeletal muscle architecture in critical illness: A systematic review. *Crit Care Med.* 2015;43(4):897–905.
5. Mourtzakis M, Wischmeyer P. Bedside ultrasound measurement of skeletal muscle. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2014;17(5):389–95.
6. Berger J, Bunout D, Barrera G, de la Maza MP, Henriquez S, Leiva L, et al. Rectus femoris (RF) ultrasound for the assessment of muscle mass in older people. *Arch Gerontol Geriatr.* 2015;61(1):33–8.
7. Geiseler J, Westhoff M. Weaning from invasive mechanical ventilation. *Medizinische Klin - Intensivmed und Notfallmedizin.* 2021;116(8):715–26.
8. Windisch W, Karagiannidis C. Difficult extubation. *Medizinische Klin - Intensivmed und Notfallmedizin.* 2012;107(7):537–42.
9. Rose L. Strategies for weaning from mechanical ventilation: A state of the art review. *Intensive Crit Care Nurs* [Internet]. 2015;31(4):189–95. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.iccn.2015.07.003>
10. Scheinhorn, David J. (Barlow Respiratory Research Center, Los Angeles C, Chao, David C. (Barlow Respiratory Research Center, Los Angeles C, Stearn-Hassenpflug, Meg (Barlow Respiratory Research Center, Los Angeles C. Liberation from prolonged mechanical ventilation.pdf. *Crit Care Clin.* 2002;18:569–95.
11. Gruther W, Benesch T, Zorn C, Paternostro-Sluga T, Quittan M, Fialka-Moser V, et al. Muscle wasting in intensive care patients: Ultrasound observation of the M. quadriceps femoris muscle layer. *J Rehabil Med.* 2008;40(3):185–9.
12. Evans DC, Corkins MR, Malone A, Miller S, Mogensen KM, Guenter P, et al. The Use of Visceral Proteins as Nutrition Markers: An ASPEN Position Paper. *Nutr Clin Pract.* 2021;36(1):22–8.
13. García-Almeida JM, García-García C, Vegas-Aguilar IM, Ballesteros Pomar MD, Cornejo-Pareja IM, Fernández Medina B, et al. Nutritional ultrasound®: Conceptualisation, technical considerations and standardisation. *Endocrinol Diabetes y Nutr.* 2023;70(xxxx):74–84.
14. Dong Z, Liu Y, Gai Y, Meng P, Lin H, Zhao Y, et al. Early rehabilitation relieves diaphragm dysfunction induced by prolonged mechanical ventilation: a randomised control study. *BMC Pulm Med* [Internet]. 2021;21(1):1–8. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12890-021-01461-2>
15. Zárate DG, Sánchez KR, Díaz UC, Sagardía CL, Zubieta RM. Ultrasonografía del musculoesquelético como valoración nutricional en el paciente crítico. 2017;31(3):122–7.