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

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES
“DR. ANTONIO FRAGA MOURET”

“CORRELACIÓN DEL CAMBIO DE ÁREA TRANSVERSAL DEL MÚSCULO RECTO FEMORAL Y BALANCE NITROGENADO AL TERCER Y QUINTO DÍA DE ESTANCIA EN TERAPIA INTENSIVA”

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN MEDICINA CRÍTICA

PRESENTA
Dr. Luis Cesar Bastidas Martínez

ASESOR
Dr. Alejandro Esquivel Chávez.

Facultad de Medicina

Ciudad Universitaria, CD. MX **FEBRERO DE 2024**

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

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.

Dr. Alejandro Esquivel Chávez
Profesor Titular del Curso de Especialización en Medicina Crítica
Unidad de Cuidados Intensivos
UMAE Hospital de Especialidades "Dr. Antonio Fraga Mouret"
Centro Médico Nacional La Raza
Instituto Mexicano del Seguro Social

Dr. Luis Cesar Bastidas Martínez
Residente del Curso de Especialización en Medicina Crítica
Unidad de Cuidados Intensivos
UMAE Hospital de Especialidades "Dr. Antonio Fraga Mouret"
Centro Médico Nacional La Raza
Instituto Mexicano del Seguro Social

Número de registro:
R-2023-3501-219

INDICE

RESUMEN 1

ABSTRACT 2

INTRODUCCION 2

MATERIAL Y METODOS 8

RESULTADOS 10

TABLAS Y GRAFICOS 13

DISCUSIÓN 18

CONCLUSIONES 21

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 22

ANEXOS 26

RESUMEN

Correlación del cambio de área transversal del músculo recto femoral y balance nitrogenado al tercer y quinto día de estancia en terapia intensiva

Introducción: El hipercatabolismo proteico es frecuente en pacientes críticos asociado a mortalidad y secuelas musculares. El balance de nitrógeno, marcador económico de ingesta proteica, carece de claridad en su relación con desnutrición y resultados clínicos. El presente estudio busca demostrar la correlación del cambio de área transversal del músculo recto femoral y el balance de nitrógeno en los días de mayor catabolismo. **Objetivo**: Correlacionar de cambio de área transversal del músculo recto femoral y balance nitrogenado al 3° y 5° día de estancia en Terapia Intensiva. **Material y Métodos**: Estudio observacional, analítico, prospectivo, longitudinal y unicéntrico, con 31 pacientes, realizando medición del musculo recto femoral con técnica Seymur y balance nitrogenado al 3° y 5° día de estancia en UCI. **Resultados**: Se encontró correlación de $r= 0,494$ ($p < 0,05$) entre el cambio área transversal de musculo recto femoral y balance nitrogenado al tercer día y $r= 0,697$ ($p < 0,05$) al quinto día de estancia. **Conclusiones**: Existe correlación positiva moderada entre el cambio área transversal del musculo recto femoral y el balance nitrogenado al tercer día y correlación positiva fuerte al quinto día de estancia.

Palabras clave: área transversal, recto femoral, Nitrógeno urinario, Balance nitrogenado, catabolismo, paciente crítico.

ABSTRACT

Correlation of the change in cross-sectional area of the rectus femoris muscle and nitrogen balance on the third and fifth day of stay in intensive care

Introduction: Protein hypercatabolism is common in critically ill patients associated with mortality and muscle sequelae. Nitrogen balance, an economic marker of protein intake, lacks clarity in its relationship with malnutrition and clinical outcomes. The present study seeks to demonstrate the correlation of the change in cross-sectional area of the rectus femoris muscle and nitrogen balance on days of greatest catabolism. **Objective**: To correlate the change in cross-sectional area of the rectus femoris muscle and nitrogen balance on the 3rd and 5th day of stay in ICU. **Material and Methods**: Observational, analytical, prospective, longitudinal and single-center study, with 31 patients, measuring the rectus femoris muscle with the Seymur technique and nitrogen balance on the 3rd and 5th day of stay in the ICU. **Results**: A correlation of r= 0.494 ($p < 0.05$) was found between the change in transverse area of the rectus femoris muscle and nitrogen balance on the third day and r= 0.697 ($p < 0.05$) on the fifth day of stay. **Conclusions**: There is a moderate positive correlation between the change in cross-sectional area of the rectus femoris muscle and the nitrogen balance on the third day and a strong positive correlation on the fifth day of stay.

Keywords: cross-sectional area, rectus femoris, urinary nitrogen, nitrogen balance, catabolism, critically ill.

INTRODUCCION

El hipercatabolismo ocurre a menudo en pacientes críticamente enfermos, especialmente cuando se encuentra asociado a respuesta inflamatoria de gran intensidad, como los pacientes con sepsis, estado de choque, quemaduras y politraumatismo[1].

El catabolismo proteico es un componente vital en la enfermedad crítica y puede resultar en un aumento de la mortalidad, con supervivientes que pueden experimentar secuelas como la debilidad muscular y discapacidad física que persiste por años[2].

Las proteínas, polímeros lineales de a-L-aminoácidos, constituyen la mayor parte de las estructuras celulares, representando un 50% del peso seco de las células humanas, y dependiendo de la edad y el sexo, el contenido promedio de proteínas en el ser humano oscila de 7 a 13 kg[3].

En un metaanálisis realizado por Li *et al*, señalo un requerimiento promedio de nitrógeno en adultos de 105 mg N/kg de peso corporal por día, equivalente a 0,66 g de proteína/kg de peso corporal por día. A pesar de la inconsistencia en los datos sobre diferencias de género en los requerimientos proteínicos, no se establecieron valores distintos para mujeres y hombres, concluyendo con una recomendación de ingesta proteica de 0.8 gramos de proteínas por kilogramo de peso corporal por día[4].

El catabolismo de las proteínas, desencadenado por respuesta inflamatoria sistémica, puede agotar los aminoácidos esenciales necesarios para la reparación celular o tisular, resultando en disfunción metabólica a largo plazo[5].

A pesar de esta evidencia, la suplementación de proteínas en pacientes críticamente enfermos tratados en las unidades de cuidados intensivos ha sido insuficiente. La evaluación del equilibrio de proteínas nutricionales puede realizarse mediante el equilibrio de nitrógeno, calculada a partir de la ingesta de proteínas y la producción de nitrógeno urinario[6].

Balance Nitrogenado.

El balance nitrogenado refleja la ingesta y perdida de proteínas del cuerpo, indicando la diferencia entre la ingesta y eliminación. Es considerado un método accesible y económico, además de ser buen marcador de la ingesta adecuada de proteicas[7].

Recientes pautas para la terapia nutricional en pacientes críticos sugieren una dieta rica en proteínas en unidad de cuidados intensivos y el uso de balance nitrogenado como predictor para ajustar las proteínas individualmente, buscando alcanzar el equilibrio de nitrógeno[8].

Aunque es ampliamente utilizado en la práctica clínica, la relación entre el balance nitrogenado, la interpretación de la desnutrición proteica y los resultados clínicos en pacientes críticos sigue siendo poco clara[9].

Por un lado, el balance nitrogenado refleja el resultado neto del intercambio de nitrógeno[10] sin aportar información sobre la cinética de la síntesis de proteínas, catabolismo y redistribución de proteínas. Como consecuencia, el balance nitrogenado puede representar más el grado de catabolismo que la adecuada ingesta de proteínas[11].

Además, la determinación de balance nitrogenado tiene sus limitaciones prácticas, ya que los resultados requieren una medición precisa de la ingesta de proteínas y una precisión en todas las fuentes de excreción de nitrógeno; sin embargo, la necesidad de orina de 24 horas, la recolección de ultrafiltrado de terapia de remplazo renal, e incluso perdidas anúricas y no cuantificadas de nitrógeno (drenajes de heridas) pueden confundir los resultados en pacientes de la UCI[12].

En el año 2021, el estudio de Buckley et al, demostró que los pacientes críticos dependientes de un respirador por enfermedad grave por COVID-19 a menudo presentan un balance nitrogenado negativo. A pesar del marcado estado inflamatorio e hiperdinámico, los pacientes no experimentaron un aumento en el aclaramiento renal. El análisis de regresión lineal sugirió que se necesitan 1,5

g/kg/día de proteína para lograr el equilibrio de nitrógeno; sin embargo, la respuesta de acumulación de nitrógeno a aumentos en la ingesta de proteínas fue muy variable, justificando la individualización de la ingesta de proteínas para pacientes críticamente enfermos con SARS-CoV-2 y dependientes de un respirador[13].

En el estudio de Felicetti *et a*l en el 2017 se documentó un balance nitrogenado variable en las primeras 24 horas, siendo significativamente negativa, con ningún paciente presento anabolismo y el 17.5% presento hipercatabolismo severo. Durante la hospitalización (Dia 1, 5 y 10) se observó que el balance nitrogenado se mantiene constante, sin embargo, a mayor gravedad y/o catabolismo inicial, existe mayor variación. Por lo tanto, es necesario aclarar si el balance nitrogenado se correlaciona significativamente con el pronóstico de los pacientes o simplemente es un reflejo del grado de catabolismo[14].

Debilidad muscular adquirida en la UCI.

La debilidad muscular adquirida en la UCI, se caracteriza por dos entidades que se entrecruzan: la polineuropatía y la miopatía del paciente crítico, que al final coinciden en una vía común, la atrofia muscular, la cual no posee definición universal, sin embargo, por convención se acepta como la pérdida por lo menos del 10 % de la masa muscular que ocurre predominantemente durante la primera semana posterior al ingreso a la UCI; la importancia de esta afección muscular, radica en el mal pronóstico de los pacientes tanto hospitalizados como egresados por la afectación de la calidad de vida con dependencia de un cuidador y el alto costo de la atención[15].

Desde el punto de vista fisiopatológico, no se ha establecido del todo la cadena de fenómenos que evolucionan al desarrollo de atrofia muscular, pero se afirma que se trata de una entidad en donde participan múltiples vías fisiopatológicas que confluyen en dos mecanismos específicos: la pérdida de masa y función muscular[16].

Actualmente, no existe un estándar de oro para diagnóstico de atrofia muscular en el paciente críticamente enfermo, encontrando como principal problema la necesidad de que el paciente se encuentre alerta y cooperador, lo cual es en muchas ocasiones complicado de lograr, así como la disponibilidad de personal capacitado que la mayoría de las veces no podrá realizarlo a pie de cama, ahí es donde el uso de ultrasonido promete ayudar al abordaje[17].

En el año 2009, Seymour *et al* realizaron un estudio que identifico relación lineal entre el área transversal del musculo recto femoral y la fuerza del cuádriceps en pacientes con Enfermedad pulmonar obstructiva Crónica, además de realizar una comparaciones entre la medición por tomografía computarizada y ultrasonido, con un coeficiente intraclase con r=0.88[18].

Noorkoiv *et al* en el 2010 realizaron un estudio comparativo de la medición por ultrasonido y tomografía computarizada del área transversal del musculo recto femoral, presentando un coeficiente de correlación entre 0.951 y 0.998, con un error estándar del ultrasonido entre 0.6 y 1.2%[19].

Sin duda, uno de los estudios más importantes, fue el publicado por Puthucheary *et al* en 2013, documentando las características de la atrofia muscular aguda desde un punto de vista morfológico y bioquímico en 63 pacientes, identificando perdida muscular aguda del 12.5% entre el día 1 y 7 de estancia hospitalaria, aumentando a 17.7% al compararlo con el día 10[15].

Para 2015, Parry *et al* realizaron un estudio prospectivo en 22 pacientes identificando pérdida aguda de masa muscular en el músculo vasto intermedio y recto femoral, medido por grosor y área transversal por ultrasonido en los primeros 10 días estancia en unidad de cuidados intensivo, lo cual correlacionó con disminución en fuerza y función muscular al egreso[20].

Nakanishi *et al* en 2018 realizaron un estudio prospectivo en 28 pacientes observando disminución del grosor y área transversal del músculo recto femoral y bíceps braquial mayor del 10 % entre los días 1 y 7 de estancia en unidad de

cuidados intensivos, siendo de los primeros estudios que demostró la disminución de la masa muscular en extremidades superiores e inferiores[21].

Balance nitrogenado y atrofia muscular.

En las etapas iniciales de una enfermedad grave, el metabolismo de proteínas se convierte en catabolismo. El balance nitrogenado negativo en esta etapa es común. La descomposición y liberación de proteínas del musculo esquelético da como resultado una perdida sostenida de tejido muscular acompañada de un aumento en la síntesis de numerosas proteínas de fase aguda[22].

Está demostrado que, entre los pacientes críticamente enfermos, la atrofia muscular se produjo temprana y rápidamente durante la primer semana de la enfermedad critica dependiendo de la intensidad del catabolismo y el número de insuficiencia orgánica[15].

Sin embargo, cabe señalar que el aumento temprano del aporte de aminoácidos no puede interrumpir la fase catabólica e incluso puede exacerbar las consecuencias adversas en estos pacientes. Informes han propuesto que la autofagia proporciona una explicación fisiológica del mal pronóstico de la ingesta temprana de proteínas[23].

El presente trabajo pretende demostrar la utilidad de la medición del área transversal del músculo recto femoral por ultrasonido y buscar su correlación con balance nitrogenado en los días de mayor estrés y en donde se encuentra mayor catabolismo.

MATERIAL Y METODOS

Se realizo un estudio observacional, analítico, prospectivo, longitudinal y unicéntrico de octubre de 2023 a enero de 2024, en la unidad de cuidados intensivos de la UMAE Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret” del Centro Médico Nacional “La Raza” del IMSS, Ciudad de México, donde participaron 31 pacientes hombres y mujeres, con edad entre 18 y 65 años, con estancia hospitalaria menor de 48 horas previo a su ingreso a la unidad de cuidados intensivos, previa firma de aceptación de participación y firma de consentimiento informado.

Se excluyeron pacientes embarazas o en puerperio, pacientes con enfermedades neuromusculares, pacientes con antecedente de malignidad activa al momento del ingreso a la UCI, pacientes con oliguria, ya sea por enfermedad renal crónica o lesión renal aguda, así como pacientes con uso crónico de esteroides previo a su ingreso a unidad de cuidados intensivos. Se eliminaron a aquellos pacientes con estancia en unidad de cuidados intensivos menor de 5 días, que requirieron durante su estancia terapia de soporte renal y aquellos que retiraron su consentimiento.

Al ingreso a la UCI, se obtuvieron datos como sexo, edad, índice de masa corporal, comorbilidades y cálculo del índice de Charlson, se identificó motivo de ingreso, así como la severidad del padecimiento actual dado por la escala SOFA y APACHE II, estatus de ventilación mecánica, uso de vasopresores, y escalas de nutrición como NUTRIC score y NRS score. Se realizó medición del área transversal del musculo recto femoral mediante ultrasonido con la técnica de Seymour (ver Anexos) en las primeras 24 horas de su ingreso a la unidad de cuidados intensivos.

Durante su estancia se realizó medición seriada de área transversal del musculo recto femoral durante los días 3 y 5 de estancia en UCI, así mismo se inició recolección de orina de 24 horas el día 2 y 4 de estancia en la UCI, para determinar nitrógeno urinario el día 3 y 5 de estancia en UCI.

Al momento del egreso del paciente, se obtuvo el tiempo de estancia en unidad de cuidados intensivos, el tiempo de retraso en el inicio de la dieta, el aporte calórico y proteico total y el uso de bloqueo neuromuscular y esteroides.

Todos estos datos se anotaron en la hoja de recolección de datos. El análisis de los datos se efectuó mediante el paquete estadístico STATA versión 13.

De acuerdo con el comportamiento de los datos, las variables cuantitativas con distribución paramétrica se describieron con medidas de tendencia central: media y desviación estándar; aquellas con distribución no paramétrica se reportarán como medianas y rango intercuartílico; las variables cualitativas se reportaron como frecuencia y porcentaje para la descripción de la población en general del estudio.

La correlación entre el cambio del área transversal del recto femoral y el balance nitrogenado al tercer y quinto día se verificará a través de la determinación de rho de Pearson, así como la correlación entre el cambio de área transversal del recto femoral y las escalas SOFA, APACHEII, NutricScore y NRS2002.

Determinaremos el índice de Cohen para verificar la intensidad de la asociación entre el grado de severidad de la pérdida proteica y el grosor del músculo recto femoral.

En todos los casos, un valor de $p < 0.05$ fue considerado estadísticamente significativo. El análisis de los datos se realizó utilizando el STATA versión 13 (StataCorp LLC, College Station, Texas, USA).

RESULTADOS

Se incluyeron en el estudio un total de 31 pacientes ingresados a la unidad de cuidados intensivos y resumieron las características basales en la **Tabla 1**.

Encontramos en nuestra población una mediana de edad de 47 años (29 – 56), con un predominio del sexo masculino en un 58.06% (n=18) de los casos, con una media de índice de masa corporal de 26.87 ± 4.9, así como media de Índice de Charlson 2.77 ± 2.3. Se clasificaron los pacientes con base en la patología por la cual llegar al hospital, encontrando que el 48.39% (n=15) presentaban patología medica mientras que el 51.61% (n=16) tenían patología quirúrgica.

A su ingreso a unidad de cuidados intensivos, el 35.48% (n=11) era por Sepsis y choque séptico, el 25.81% (n=8) en el contexto de posquirúrgico de alto riesgo, en menor medida encontramos el 16.13% (n=5) de los pacientes con choque hipovolémico, el 12.9% (n=4) neuroquirúrgicos y el 9.68% (n=3).

Se determina una mediana de días de estancia en la unidad de cuidados intensivos de 7 (6 – 15). En lo que respecta a la severidad de las patologías, encontramos una media de SOFA score de 7.19 ± 3.73, así como una media de puntaje APACHEII de 13.77 ± 6.39.

El 48.39% (n=16) de los pacientes requirieron manejo vasopresor a una dosis mediana de 0.05 (0 – 0.2) mcg/kg/min y el 74.19% (n=23) requirieron manejo con ventilación mecánica invasiva, con un promedio de 5.12 ± 5.7 días de intubación. Se encontró uso de bloqueo neuromuscular en el 22.58% (n=7) de los pacientes, así como el uso de esteroide sistémico en el 19.35% (n=6).

Encontramos una mediana de 1 (1 - 3) día de retraso en el inicio de la dieta, con puntaje de NUTRIC score de 2.67 ± 1.81 puntos y NRS-2002 score de 2 ± 1.46 puntos, con una mediana de 1600 Kcal (1400 -1800) de aporte nutricional y mediana de 70 (60 – 80) gramos de proteínas en la dieta indicada.

Se realizó medición de área transversal del musculo recto femoral por ultrasonido a su ingreso de los pacientes, encontrando una mediana de 376 (353 – 391) mm^2. así mismo, se determinó grado de catabolismo con base en balance nitrogenado al quinto día de los pacientes, encontrando que la mayoría presentaba catabolismo leve en un 58.06% (n=18), en menor medida severo en un 29.03% (n=9) y moderado en un 12.9% (n=4).

Se realizó comparación de la población entre grupos, basado en la presencia de atrofia muscular, definida en este estudio como la disminución del 12% o más del área transversal del músculo recto femoral medido por ultrasonido al quinto día de estancia en unidad de cuidados intensivos, la cual se encontró en el 58% (n=18) de los pacientes sometidos a estudio, los cuales se resumen en la **Tabla 2**. Se identificó diferencia estadística en el tiempo de estancia en unidad de cuidados intensivos (p 0.04), la severidad medida por SOFA score (p 0.01) y APACHE II score (p 0.02), así como la necesidad (p <0.01) y el tiempo bajo ventilación mecánica invasiva (p 0.01); también se identifica la diferencia entre el nivel de catabolismo identificado por balance nitrogenado.

Se realizó regresión logística para conocer los factores de riesgo asociados a la atrofia muscular (**Tabla 3**), identificando como factores con significancia estadística la severidad con base en escala de SOFA (OR 1.33; IC95% 1.03 – 1.72; p <0.05) y APACHE II (OR 1.16; IC95% 1.01 – 1.35; p <0.05), la necesidad de ventilación mecánica invasiva (OR 19.83; IC95% 2.00 – 196.38; p <0.05) y los días bajo soporte ventilatorio (OR 1.25; IC95% 1.02 – 1.71; p <0.05). Así mismo, identificamos al grado de catabolismo (OR 3.69; IC95% 1.21 – 11.28; p <0.05) y el balance nitrogenado al tercer (OR 0.82; IC95% 0.71 – 0.95; p 0.01) y quinto día (OR 0.69; IC95% 0.51 – 0.92; p 0.01) de estancia como factores de riesgo para atrofia muscular.

Se realiza comparación del área transversal del musculo recto femoral en mm2 y en porcentaje, la medición de Nitrógeno urinario en orina de 24 horas y el balance nitrogenado, al tercer y quinto día de estancia en unidad de cuidados intensivos (**Tabla 3**), encontrando diferencia significativa entre las medias comparadas.

Se realizó correlación de Pearson para evaluar la relación entre el balance nitrogenado y el cambio de área transversal del musculo recto femoral; hubo una correlación positiva moderada entre el cambio de área transversal del musculo recto femoral y el balance nitrogenado al tercer día con r= 0,494 y p < 0,05, mientras que al quinto día se encontró correlación positiva fuerte entre el cambio de área transversal del musculo recto femoral y el balance nitrogenado r= 0,697 y p < 0,05. (**Grafico 1**).

Se realiza análisis de correlación del resto de las variables con el cambio de área transversal del musculo recto femoral al quinto día, encontrando correlación moderada con SOFA score (r=-0.52; p <0.05), APACHE II score (r=-0.52; p <0.05) y Días de ventilación mecánica (r=-0.54; p <0.05); se identifica correlación baja con Días de estancia en unidad de cuidados intensivos (r=-0.31; p 0.08), NUTRIC score (r=-0.27; p 0.13), Índice de masa corporal (r=-0.24; p 0.17) y cantidad de proteínas administradas (r=-0.21; p 0.25) sin significancia estadística para alguna de estas variables. Se identifico correlación muy baja con NRS-2002 score (r=-0.16; p 0.36), Índice de Charlson (r=0.06; p 0.72) y Dosis de noradrenalina (r=-0.13; p 0.45), sin evidencia de significancia estadística. Se determina índice de Cohen de 0.37 con p<0.05 con el cual identificamos asociación mediana entre el grado de severidad de la pérdida proteica y el grosor del músculo recto femoral.

TABLAS Y GRAFICOS

Tabla 1.- *Características basales de la población de estudio.*	
Características	**n= 31**
Edad en años, m (RIC)	47 (29 -56)
Sexo, n (%)	
Femenino	13 (41.94)
Masculino	18 (58.06)
Índice de Masa Corporal Kg/m^2, M (DE)	26.87 (4.9)
Índice de Charlson puntaje, M (DE)	2.77 (2.3)
Tipo de Paciente, n (%)	
Medico	15 (48.39)
Quirúrgico	16 (51.61)
Diagnóstico, n (%)	
Sepsis y Choque séptico	11 (35.48)
Choque hipovolémico	5 (16.13)
Choque cardiogénico	3 (9.68)
Neuroquirúrgico	4 (12.9)
Posquirúrgico de alto riesgo	8 (25.81)
Tiempo de estancia en UCI en días, m (RIC)	7 (6 - 15)
Retraso en el inicio de la dieta en días, m (RIC)	1 (1 - 3)
SOFA puntaje, M (DE)	7.19 (3.73)
APACHE II puntaje, M (DE)	13.77 (6.39)
Vasopresor	
Pacientes, n (%)	16 (48.39)
Dosis en mcg/kg/min, m (RIC)	0.05 (0 - 0.2)
Ventilación Mecánica	
Pacientes, n (%)	23 (74.19)
Días bajo VMI, M (DE)	5.12 (5.76)
NUTRIC score, M (DE)	2.67 (1.81)
NRS-2002 score, M (DE)	2 (1.46)
Aporte calórico en Kcal, m (RIC)	1600 (1400 - 1800)
Aporte proteico en gramos, m (RIC)	70 (60 - 80)
Uso de BNM, n (%)	7 (22.58)
Uso de esteroides, n (%)	6 (19.35)
Área Transversal del músculo recto femoral mm2, m (RIC)	376 (353 -391)
Atrofia muscular, n (%)	18 (58.06)
Grado de catabolismo, n (%)	
Leve	18 (58.06)
Moderado	4 (12.90)
Severo	9 (29.03)

APACHEII: Acute Physiology And Chronic Health Evaluation II, **BMN**: Bloqueo Neuromuscular, **DE**: Desviación estándar, **Kcal**: Kilocalorías, **M**: Media, **m**: Mediana, **n**: numero, **NRS-2002**: Nutrition Risk Screening 2002, **NUTRIC-score**: Nutrition Risk in the Critically ill score, **SOFA**: Sequential Organic Failure Assessment, **UCI**: Unidad de Cuidados Intensivos, VMI: Ventilación mecánica invasiva.

Tabla 2. *Comparación de las características de los pacientes entre grupos con base en la presencia de atrofia muscular*

Características	Sin atrofia muscular n= 13	Con atrofia muscular n = 18	p
Edad, M (DE)	44.30 (3.82)	43.55 (3.78)	0.89
Sexo, n (%)			
Femenino	10 (55.56)	8 (44.44)	0.07
Masculino	3 (23.08)	10 (76.92)	
Índice de Masa Corporal, M (DE)	25.69 (4.12)	27.72 (5.35)	0.26
Índice de Charlson, M (DE)	3.46 (1.39)	2.27 (2.71)	0.16
Tipo de Paciente, n (%)			
Medico	7 (46.67)	8 (53.33)	0.6
Quirúrgico	6 (37.5)	10 (62.5)	
Diagnóstico, n (%)			
Sepsis y Choque séptico	5 (45.45)	6 (54.55)	0.09
Choque hipovolémico	0 (0)	5 (100)	
Choque cardiogénico	1 (33.3)	2 (66.67)	
Neuroquirúrgico	1 (25)	3 (75)	
Posquirúrgico de alto riesgo	6 (75)	2 (25)	
Tiempo de estancia en UCI, M (DE)	7.61 (2.75)	11.19 (8.60)	0.04
Retraso en el inicio de la dieta, M (DE)	1.61 (1.38)	1.88 (1.49)	0.6
SOFA, M (DE)	5.30 (2.98)	8.55 (3.69)	0.01
APACHE II, M (DE)	10.84 (4.79)	15.88 (6.67)	0.02
Vasopresor			
Pacientes, n (%)	5 (31.25)	11 (68.75)	0.2
Dosis, M (DE)	0.10 (0.04)	0.14 (0.04)	0.88
Ventilación Mecánica			
Pacientes, n (%)	6 (26.09)	17 (73.91)	0.002
Días bajo VMI, M (DE)	2.15 (3.5)	7.27 (6.18)	0.01
NUTRIC score, M (DE)	2.46 (1.19)	2.83 (2.17)	0.58
NRS-2002 score, M (DE)	1.61 (1.38)	2.27 (1.48)	0.21
Aporte calórico en Kcal, M (DE)	1581 (267)	1662 (320)	0.49
Aporte proteico en gramos, M (DE)	72.9 (12.71)	76.37 (12.94)	0.49
Uso de BNM, n (%)	1 (14.29)	6 (85.71)	0.09
Uso de esteroides, n (%)	2 (33.3)	4 (66.67)	0.63
Grado de catabolismo, n (%)			
Leve	11 (61.11)	7 (38.89)	0.03
Moderado	1 (25)	3 (75)	
Severo	1 (11.11)	8 (88.89)	

APACHEII: Acute Physiology And Chronic Health Evaluation II, **BMN**: Bloqueo Neuromuscular, **DE**: Desviación estándar, **Kcal**: Kilocalorías, **M**: Media, **n**: numero, **NRS-2002**: Nutrition Risk Screening 2002, **NUTRIC-score**: Nutrition Risk in the Critically ill score, **SOFA**: Sequential Organic Failure Assessment, **UCI**: Unidad de Cuidados Intensivos, **VMI**: Ventilación mecánica invasiva.

Tabla 3. *Regresión logística para identificar factores de riesgo para atrofia muscular*

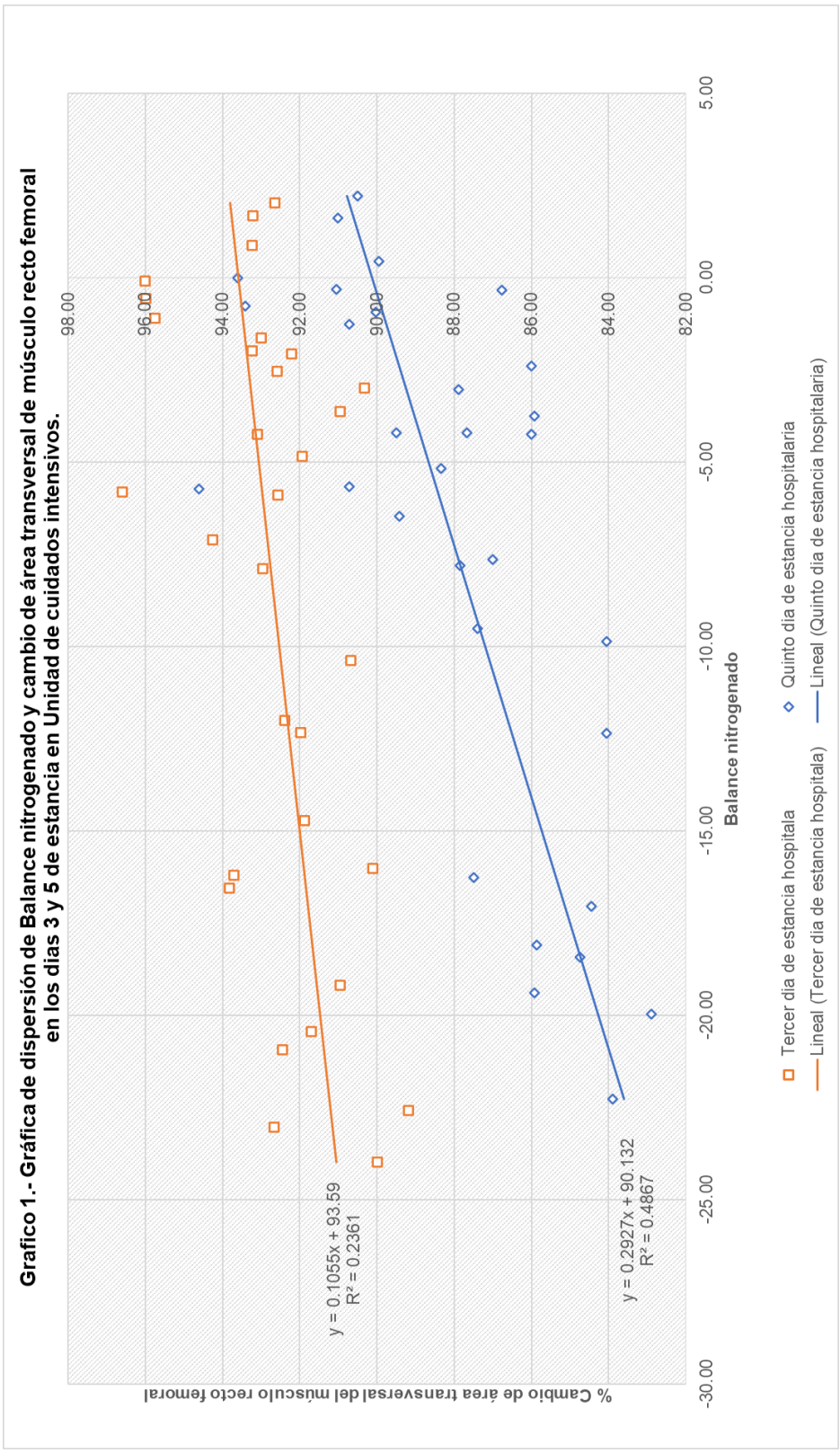
Características	OR	IC	p
Sexo	0.24	0.04 - 1.17	0.88
Índice de Charlson	0.78	0.56 - 1.09	0.16
Diagnostico	0.74	0.47 - 1.16	0.19
Tiempo de estancia en la UCI	1.16	0.96 - 1.40	0.1
SOFA	1.33	1.03 - 1.72	0.02
APACHE	1.16	1.01-1.35	0.04
Uso de vasopresor	0.66	0.01 - 106	0.87
Necesidad de VMI	19.83	2.00 - 196.38	0.01
Días de ventilación mecánica	1.12	0.91 - 1.38	0.26
Uso de BNM	6	0.62 - 57.68	0.12
Balance nitrogenado al 3° día	0.82	0.72 - 0.95	0.01
Balance nitrogenado al 5° día	0.69	0.51 - 0.92	0.01
Grado de catabolismo	3.69	1.21 - 11.28	0.02

APACHEII: Acute Physiology And Chronic Health Evaluation II, **BMN**: Bloqueo Neuromuscular, **IC**: Intervalo de confianza, **OR**: Odds ratio, **SOFA**: Sequential Organic Failure Assessment, **UCI**: Unidad de Cuidados Intensivos, **VMI**: Ventilación mecánica invasiva.

Tabla 3.- *Comparación del cambio de área transversal del musculo recto femoral y Balance nitrogenado al tercer y quinto día de estancia en UCI.*

Características	Dia 3	Dia 5	p
Área Transversal del musculo recto femoral mm2, **M (DE)**	344.96 (19.86)	327 (19.65)	<0.05
Cambio de área transversal del musculo recto femoral porcentaje, **M (DE)**	92.64 (1.8)	88.02 (3.04)	<0.05
Nitrógeno Urinario g/L, **M (DE)**	23.21 (15.37)	26.56 (18.16)	<0.05
Balance nitrogenado g/día, **M (DE)**	-8.9 (8.29)	-7.9 (7.25)	<0.05

DE: Desviación estándar, **g/día**: gramos por día **g/L**: gramos por litro, **M**: Media


Grafico 1.- Gráfica de dispersión de Balance nitrogenado y cambio de área transversal de músculo recto femoral en los dias 3 y 5 de estancia en Unidad de cuidados intensivos.
% Cambio de área transversal del músculo recto femoral
Balance nitrogenado
98.00
96.00
94.00
92.00
90.00
88.00
86.00
84.00
82.00
5.00
0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
-25.00
-30.00
y = 0.1055x + 93.59
R² = 0.2361
y = 0.2927x + 90.132
R² = 0.4867
Tercer dia de estancia hospitala
Quinto dia de estancia hospitalaria
Lineal (Tercer dia de estancia hospitala)
Lineal (Quinto dia de estancia hospitalaria)

DISCUSIÓN

La respuesta del organismo al trauma o agresión externa se caracteriza por activación del sistema nervioso central y endocrino, con liberación de hormonas que producen consumo de las reservas calóricas no proteicas y aumento de la gluconeogénesis, siendo los aminoácidos la fuente de esta, proceso conocido como catabolismo proteico[24].

El catabolismo proteico aumentado no afecta solamente al tejido muscular, sino a otros tejidos, como el sistema inmunológico que favorece la presencia de complicaciones. Se ha planteado que el apoyo nutricional adecuado y oportuno puede optimizar la respuesta del paciente y, por consiguiente, minimizar las complicaciones. Aunque las recomendaciones internacionales basadas en las guías ASPEN sugieren rangos amplios respecto a la cantidad de kilocalorías y de proteínas a administrar, están de acuerdo en iniciar la dieta en los primeros 7 días de estancia hospitalaria[25].

En nuestra población estudiada, se logró identificar una mediana de inicio de dieta al primer día de estancia en unidad de cuidados intensivos, sin embargo, hasta un 13% no recibió dieta durante su estancia hospitalaria, ya sea por inestabilidad hemodinámica, contraindicación para la vía oral o dificultad para el inicio de dieta parenteral, por lo que se debe determinar de forma específica la influencia del retraso en el inicio de la dieta, ya sea enteral o parenteral, en las complicaciones en la unidad de cuidados intensivos.

En etapas iniciales de enfermedades críticas, el metabolismo de proteínas se vuelve en catabolismo, haciendo que el balance nitrogenado sea negativo, además de mantenerse constante[22]. En nuestro estudio se logra identificar balance nitrogenado negativo promedio de 8.9 g/día al tercer día, mientras que en el quinto día se encontró balance nitrogenado negativo de 7.9 en promedio.

El aumento temprano del aporte de aminoácidos no pude interrumpir la fase catabólica[23], esto podemos identificarlo en nuestro estudio, ya que se encontró

correlación muy baja entre el aporte de proteínas y el grado de catabolismo identificado por el balance nitrogenado.

El estudio publicado por Puthucheary *et al*, se documentó perdida muscular del 12.5% al séptimo día de estancia en unidad de cuidados intensivos[15]. Con base en este estudio, se tomó como punto de corte la disminución del 12% de área transversal del musculo recto femoral, lo cual logro identificó atrofia muscular en el 58% de los pacientes que entraron a esta estudio.

El estudio publicado por Parry et al, correlacionó la perdida aguda de la masa muscular con la disminución de fuerza al egreso de la unidad de cuidados intensivos[20], con lo cual podemos argumentar que el uso rutinario de ultrasonido de musculo recto femoral podría identificar a los pacientes que pueden presentar debilidad muscular adquirida, por consiguiente, enfocar los objetivos terapéuticos a la rehabilitación física de los pacientes mientras se encuentren aun en la unidad de cuidados intensivos. El presente estudio no buscó asociar la disminución de la fuerza y la atrofia muscular, por lo que se deberán establecer nuevas líneas de investigación.

El catabolismo proteico desencadenado por la respuesta inflamatoria provoca agotamiento de aminoácidos esenciales, por lo que puede causar disfunción metabólica a largo plazo[5]. El balance nitrogenado refleja la ingesta y perdida de nitrógeno, obtenido por el catabolismo proteico, sin embargo, la asociación entre el balance nitrogenado y su interpretación de la desnutrición proteica, así como los resultados clínicos en los pacientes críticos no está del todo clara[9]. En el presente estudio, se identificó correlación positiva fuerte entre el balance nitrogenado, con la disminución del musculo recto femoral al quinto día de estancia en la unidad de cuidados intensivos, con lo cual podemos argumentar que el porcentaje de la perdida de área transversal del musculo recto femoral puede usarse como sustituto del grado de catabolismo, debido a los problemas prácticos que presenta la cuantificación de balance nitrogenado, como lo es la necesidad de recolección de orina de 24 horas.

Es importante resaltar que en nuestro estudio no se incluyó a pacientes con diagnóstico de lesión renal aguda o enfermedad renal crónica, esto debido a la dificultad para recolectar la uresis de 24 horas por la oliguria y las pérdidas de nitrógeno a través de las terapias de remplazo renal, por lo que un enfoque en esta población podría ayudar guiar la nutrición en pacientes críticos con lesión renal aguda.

El catabolismo de proteínas es una variable presente en las enfermedades críticas y puede provocar aumento de la mortalidad, mientras que los supervivientes pueden desarrollar secuelas físicas que podría durar durante años [26] sin embargo, la correlación con score de severidad como SOFA y APACHE II es de moderada a baja y con los score de valoración nutricional es baja con NUTRIC score y muy baja con NRS-2002 score.

CONCLUSIONES

1) Existe correlación entre el cambio de área transversal del musculo recto femoral y el balance nitrogenado. Al tercer día hubo correlación positiva moderada, mientras que al quinto día la correlación fue positiva fuerte. Por consiguiente, el cambio de área transversal del musculo recto femoral explica el 23% de la variación del balance nitrogenado al tercer día, mientras que al quinto día explica la variación del 48%.
2) La atrofia muscular se determinó como perdida del 12% del área transversal del musculo recto femoral, encontrando en el 58% de los pacientes críticamente enfermos.
3) Con base en el grado de catabolismo proteico determinado por balance nitrogenado al quinto día, encontramos una proporción del 58.06% para catabolismo leve, 12.9% para moderado y 29.03% para catabolismo severo.
4) El cambio de área transversal del musculo recto femoral presenta correlación moderada con SOFA score y APACHE II score, correlación baja con NUTRIC score y correlación muy baja con NRS-2002 score.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1.- Kuci O, Archambault E, Dodacki A, Nubret E, De Bandt JP, Cynober L. Effect of citrulline on muscle protein turnover in an in vitro model of muscle catabolism. Nutrition. (2020) 71:110597

2.- Sanfilippo F, Ippolito M, Santonocito C, Martucci G, Carollo T, Bertani A, et al. Long-term functional and psychological recovery in a population of acute respiratory distress syndrome patients treated with VV-ECMO and in their caregivers. Minerva Anestesiol. (2019) 85:971–80.

3.- Richter, M., Baerlocher, K., Bauer, J. M., Elmadfa, I., Heseker, H., Leschik-Bonnet, E., Stangl, G., Volkert, D., Stehle, P., & on behalf of the German Nutrition Society (DGE) (2019). Revised Reference Values for the Intake of Protein. Annals of nutrition & metabolism, 74(3), 242–250

4.- Li M, Sun F, Piao JH, Yang XG. Protein requirements in healthy adults: a meta-analysis of nitrogen balance studies. Biomed Environ Sci. 2014 Aug;27(8):606-13.

5.- Lee-anne S.C., Chapman M.J., Lange K., Deane A.M., Heyland D.K. Nutrition support practices in critically ill head-injured patients: A global perspective. Crit. Care. 2016;7:6.

6.- Kim, T. J., Park, S. H., Jeong, H. B., Ha, E. J., Cho, W. S., Kang, H. S., Kim, J. E., & Ko, S. B. (2020). Optimizing Nitrogen Balance Is Associated with Better Outcomes in Neurocritically Ill Patients. Nutrients, 12(10), 3137.

7.- Dickerson RN. Nitrogen balance and protein requirements for critically ill older patients. Nutrients. (2016) 8:226. 10.3390/nu8040226

8.- Singer P, Blaser AR, Berger MM, Alhazzani W, Calder PC, Casaer MP, et al.. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. Clin Nutr. (2019) 38:48–79.

9.- Scheinkestel CD, Kar L, Marshall K, Bailey M, Davies A, Nyulasi I, et al.. Prospective randomized trial to assess caloric and protein needs of critically Ill, anuric, ventilated patients requiring continuous renal replacement therapy. Nutrition. (2003)

10.- Hoffer LJ. Human protein and amino acid requirements. J Parent Enteral Nutr. (2016) 40:460–74.

11.- Hill AA, Plank LD, Finn PJ, Whalley GA, Sharpe N, Clark MA, et al.. Massive nitrogen loss in critical surgical illness: effect on cardiac mass and function. Ann Surg. (1997) 226:191–7.

12.- Zhu, Y. B., Yao, Y., Xu, Y., & Huang, H. B. (2022). Nitrogen balance and outcomes in critically ill patients: A systematic review and meta-analysis. Frontiers in nutrition, 9, 961207.

13.- Buckley, C. T., Prasanna, N., Mays, A. L., Tinsley, J. M., & Dickerson, R. N. (2021). Protein requirements for critically ill ventilator-dependent patients with COVID-19. Nutrition in clinical practice : official publication of the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, 36(5), 984–992.

14.- Felicetti-Lordani CR, Eckert RG, Valerio NMP, Lordani TVA, Duarte PAD. Nitrogen balance in nutritional monitoring of critically ill adult patients: a prospective observational study. J Crit Intens Care. (2017) 8:59–64.

15.- Puthucheary ZA, Rawal J, McPhail M, Connolly B, Ratnayake G, Chan P, et al. Acute Skeletal Muscle Wasting in Critical Illness. JAMA [Internet]. 2013 Oct 16;310(15):1591.

16.- Vanhorebeek I, Latronico N, Berghe G Van Den. NARRATIVE REVIEW ICU - acquired weakness. Intensive Care Med [Internet]. 2020;(Cim):1–17.

17.- Koukourikos K, Tsaloglidou A, Kourkouta L. Muscle Atrophy in Intensive Care Unit Patients. Acta Inform Medica [Internet]. 2014;22(6):406.

18.- Seymour JM, Ward K, Sidhu PS, Puthucheary Z, Steier J, Jolley CJ, et al. Ultrasound measurement of rectus femoris cross-sectional area and the relationship with quadriceps strength in COPD. Thorax [Internet]. 2009 May 1;64(5):418–23.

19.- Noorkoiv M, Nosaka K, Blazevich AJ. Assessment of quadriceps muscle cross- sectional area by ultrasound extended-field-of-view imaging. Eur J Appl Physiol [Internet]. 2010 Jul 27;109(4):631–9.

20.- 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 Oct;30(5):1151.e9-1151.e14.

21.- Nakanishi N, Oto J, Tsutsumi R, Iuchi M, Onodera M, Nishimura M. Upper and lower limb muscle atrophy in critically ill patients: an observational ultrasonography study. Intensive Care Med [Internet]. 2018 Feb 6;44(2):263–4.

22.- Bufarah MNB, Costa NA, Losilla M, Reis NSC, Silva MZC, Balbi AL, et al.. Low caloric and protein intake is associated with mortality in patients with acute kidney injury. Clin Nutr ESPEN. (2018) 24:66–70.

23.- Boya P, Reggiori F, Codogno P. Emerging regulation and functions of autophagy. Nat Cell Biol. (2013) 15:713–20. 10.1038/ncb2788

24.- Hernández Pedroso Wilfredo, Rittoles Navarro Aliusha, González López Armando, Joanes Fiol Javier, Amador Armenteros Armando. Catabolismo proteico en el paciente politraumatizado. Rev Cub Med Mil [Internet]. 2000 Dic; 29(3): 157-161.

25.- Compher C, Bingham AL, McCall M, Patel J, Rice TW, Braunschweig C, McKeever L. Guidelines for the provision of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: The American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. JPEN J Parenter Enteral Nutr. 2022 Jan;46(1):12-41.

26.- Sanfilippo F, Ippolito M, Santonocito C, Martucci G, Carollo T, Bertani A, et al. Long-term functional and psychological recovery in a population of acute respiratory distress syndrome patients treated with VV-ECMO and in their caregivers. Minerva Anestesiol. (2019) 85:971–80.

ANEXOS

Técnica de Seymour



Anexo 1. Ubicación espacial del punto de insonación en muslo.



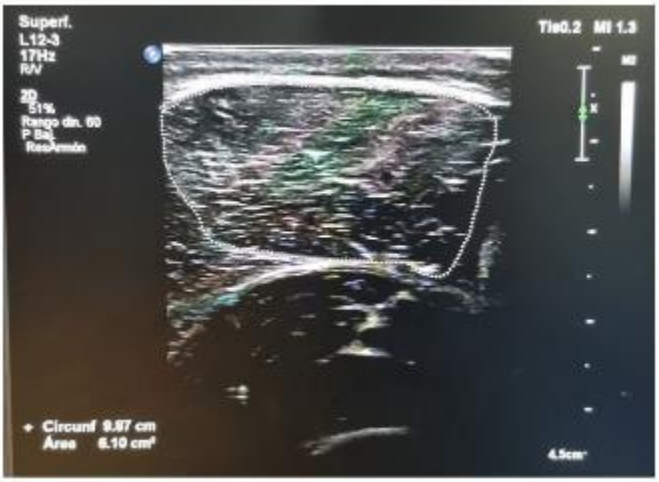
Anexo 2. Marcaje en muslo del punto de insonación a dos tercios de la distancia entre espina iliaca anteroinferior y la patela.



Anexo 3. El transductor se coloca perpendicular a la superficie de la piel, sobre la marca anteriormente hecha.



Anexo 4. Botón de congelar en el ultrasonido.



Anexo 5. Planimetría de la medición del área transversal del músculo recto femoral. El área en milímetros cuadrados se despliega en la esquina inferior izquierda.