

Lucía Verónica López

Arzate

“Ultrasonido de cuádriceps como herramienta de diagnóstico temprano de nutrición neonatal en comparación con antropometría en la Terapia Intensiva Neonatal en el Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer”

2026



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Medicina

“Ultrasonido de cuádriceps como herramienta de diagnóstico temprano de nutrición neonatal en comparación con antropometría en la Terapia Intensiva Neonatal en el Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer”

Tesis

Que como parte de los requisitos para
obtener el Diploma de

Especialidad en Neonatología

Presenta

Lucía Verónica López Arzate

Dirigido por:

Med. Esp. Ma. de Lourdes Ramírez Balderas

Querétaro, Qro. a 1 Marzo de 2026

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina

“Ultrasonido de cuádriceps como herramienta de diagnóstico
temprano de nutrición neonatal en comparación con antropometría
en la Terapia Intensiva Neonatal en el Hospital de Especialidades del
Niño y la Mujer”

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de
Especialidad en Neonatología

Presentado por:

Lucía Verónica López Arzate

Dirigido por:

Med. Esp. Ma. de Lourdes Ramírez Balderas

Med. Esp. Ma. Lourdes Ramírez Balderas
Presidente

Med. Esp. Marco Antonio Reynoso Hernández
Secretario

Med. Esp. Rodrigo Miguel González Sánchez
Vocal

Dr. Nicolás Camacho Calderón
Suplente

Med. Esp. Karina Castelán Arriaga
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro. Mayo 2024. México.

i. Título

“Ultrasonido de cuádriceps como herramienta de diagnóstico temprano de nutrición neonatal en comparación con antropometría en la Terapia Intensiva Neonatal en el Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer”

Resumen

Introducción. Los pacientes neonatales críticamente enfermos presentan un catabolismo incrementado que altera su estado nutricional.

Objetivo. Ante la falta de mediciones estandarizadas en las unidades de cuidados intensivos neonatales, esta investigación analiza la ecografía del cuádriceps como una herramienta potencial para evaluar la gravedad de dicho catabolismo y su correlación con la desnutrición.

Material y metodos. El estudio se centra en neonatos prematuros (nacidos antes de las 37 semanas de gestación), quienes poseen un riesgo elevado de morbilidad y alteraciones en el crecimiento físico y desarrollo neurológico.

Resultados. Se analizaron las características clínicas y antropométricas de 33 pacientes, evaluando su composición corporal y evolución nutricional. Los resultados destacan la prevalencia de complicaciones como el síndrome de distrés respiratorio (51.5%) y la transición exitosa a la alimentación enteral en el 69.7% de los casos. Se concluye que la monitorización de la masa muscular es clave en una población con una distribución de tejido adiposo y masa grasa distinta a los recién nacidos a término.

Palabras clave: neonatos prematuros, ecografía del cuádriceps, catabolismo, estado nutricional, masa muscular.

Abstract

Introduction. Critically ill neonatal patients experience increased catabolism, which leads to an altered nutritional status.

Objective. Given the lack of standardized measurements in neonatal intensive care units, this research examines quadriceps ultrasound as a potential tool to evaluate the severity of such catabolism and its correlation with malnutrition.

Material and methods. The study focuses on preterm neonates (born before 37 weeks of gestation), who face a high risk of morbidity and impairments in physical growth and neurodevelopment.

Results. Clinical and anthropometric characteristics of 33 patients were analyzed, evaluating their body composition and nutritional progression. Findings highlight the prevalence of complications such as respiratory distress syndrome (51.5%) and a successful transition to enteral feeding in 69.7% of the cases. It is concluded that monitoring muscle mass is crucial in a population with adipose tissue distribution and fat mass significantly different from full-term infants.

Keywords: preterm infants, quadriceps ultrasound, catabolism, nutritional status, muscle mass.

Dedicatorias

A Dios, por ser mi guía, darme la fortaleza necesaria para superar cada obstáculo y bendecirme con la oportunidad de alcanzar este sueño.

A mis padres, por su amor incondicional, sus sacrificios y por enseñarme que con esfuerzo todo es posible. Este logro es tan suyo como mío.

A mi esposo, por ser mi compañero de vida, mi refugio y el apoyo constante que me mantuvo firme en los momentos de mayor cansancio.

A mis hermanos, por su alegría, compañía y por creer siempre en mi capacidad, incluso cuando yo misma lo dudaba.

A Bimba, mi fiel 'co-autora' de cuatro patas, que estuvo a mi lado en cada noche de estudio, dándome la calma que necesitaba para seguir adelante.

Agradecimientos

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a quienes hicieron posible la culminación de este proyecto:

A mi directora de tesis, la Dra. Lulu Ramirez por su excepcional guía, su paciencia infinita y por compartir generosamente su conocimiento. Gracias, Dra. Lulu, por confiar en mi capacidad y por motivarme a alcanzar la excelencia académica.

A mis pacientes por ser el motor de este proyecto y la motivación más grande para hacer todo lo que hago.

A mi asesor de tesis, el doctor Marco Antonio Reynoso Hernández por guiarme e impulsar ese interés en la ultrasonografía, por cada guardia dedicar un tiempo para la enseñanza.

A mis suegros, por su cariño, por abrirme las puertas de su familia y brindarme su apoyo desinteresado durante este camino.

A mis tutores, por su guía experta, paciencia y por compartir generosamente su conocimiento para llevar este trabajo a buen término.

A mis amigos, por las palabras de aliento, los cafés compartidos y por hacer este proceso académico mucho más ligero y memorable.

Índice de tablas	
Tabla 1 Características clínicas 33 pacientes	21
Tabla 2 Crecimiento según medición realizada	25
Índice de figuras	
Fig 1. Evaluación de la alimentación de los 33 neonatos en el día de nacimiento, séptimo y catorceavo día de vida	12
Fig 2. Evaluación del tipo de ventilación de los 33 neonatos en el día de nacimiento, séptimo y catorceavo día de vida	21
Fig 3. Distribución de antropometría (peso, talla, perímetro cefálico en los 33 neonatos).	22
Fig 4. Distribución de antropometría (perímetro braquial, pliegue tricipital y volumen del músculo cuádriceps en los 33 neonatos).	23
Fig. 5 <i>Cambios en la composición del brazo medidos por cuádriceps, RMM relación masa magra y RMG relación masa grasa, en el cambio del día 0 a 7 y de 7 a 14; según grupos de edad gestacional</i>	24
Fig. 6	26

Índice

Título	3
Resumen	4
Abstract	4
Dedicatorias	6
Agradecimientos	7
Indice	
i. Introducción	9
ii. Antecedentes	9
iii. Hipótesis	13
iv. Objetivos	13
a) General	
b) Específicos	
v. Material y métodos	14
a) Tipo y diseño de estudio	
b) Metodología	
c) Universo	
d) Muestra	
e) Criterios de inclusión	
f) Criterios de exclusión	
g) Criterios de eliminación	
h) Cuadro de variables	
vi. Resultados	20
vii. Discusión	27
viii. Referencias bibliográficas	28
ix. Anexos	30

i. INTRODUCCIÓN

Los pacientes neonatales críticamente enfermos, son más propensos a un catabolismo incrementado, traducándose en un estado nutricional alterado. La ecografía del cuádriceps podría indicar la gravedad de este catabolismo, sin embargo, no existe una medición del cuádriceps en las terapias intensivas neonatales que permitan definir el estado nutricional, es por ello por lo que se debe buscar las mediciones del cuádriceps que coincidan con el grado de desnutrición.

ii. ANTECEDENTES

La prematuridad se define como un nacimiento que ocurre antes de las 37 semanas de gestación que se asocia con un riesgo considerable de morbilidad y mortalidad, particularmente prematuros extremos. Se clasifica en prematuros tardíos entre 34 semanas y 36 semanas y 6 días, prematuros moderados entre 32 semanas y 33 semanas y 6 días, muy prematuros <32 semanas y extremos <28 semanas.

Los bebés prematuros o de término con patologías al nacimiento, tienen riesgo de sufrir problemas motores, cognitivos, sensoriales y de comportamiento (Janssen et al., 2011) (Marlow et al., 2005) (Salt & Redshaw, 2006). El crecimiento físico está asociado del desarrollo neurológico (Belfort et al., 2011). Los recién nacidos, especialmente prematuros, deben aumentar de peso durante el período posnatal, similar al incremento in útero. Los prematuros pueden presentar mediciones de crecimiento alteradas, así como una composición corporal diferente a los nacidos a término. Dado que el tercer trimestre es un período de rápida deposición de tejido adiposo, presentan una distribución de grasa distinta a los recién nacidos a término. Los prematuros tienen una masa grasa (MG) menor y una masa magra (MG) aún más reducida, lo que resulta en

un mayor porcentaje de grasa corporal total que los bebés nacidos a término. (Van de Pol & Allegaert, 2020).

Es conocida la atrofia del músculo esquelético, consecuencia debilitante de enfermedades críticas en adultos y niños críticamente enfermos. Identificar la atrofia muscular, es primordial para iniciar una nutrición óptima y reducir este riesgo. (Herridge et al., 2003) (Puthucheary et al., 2013) .

Algunos estudios han informado sobre la composición corporal cualitativa de los recién nacidos prematuros en comparación con los recién nacidos a término (Uthaya et al., 2005). Sin embargo, sólo un estudio ha investigado la masa del músculo esquelético (Dassios et al., 2018).

La composición corporal precisa, se evalúa mediante análisis de impedancia bioeléctrica (BIA), medición de absorción de rayos X de energía dual (DEXA) o la pletismografía por desplazamiento de aire; estos requieren de sedación y no son adecuados para evaluar la grasa y el músculo regional. El ultrasonido puede medir la masa magra y la masa grasa regional sin exposición a radiación, ni sedación, correlación significativa entre las mediciones por ultrasonido y DEXA en recién nacidos (Ahmad et al., 2010).

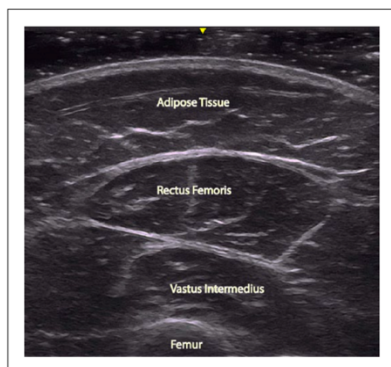
El cuádriceps femoral reúne en un solo grupo el recto femoral y los 3 vastos musculares (medial, intermedio y lateral) del muslo. El gran volumen del cuádriceps femoral le permite funciones importantes para la estación bípeda y la deambulaci3n del individuo como la flexi3n de la cadera y la extensi3n de la rodilla (Waligora et al., 2009)

Recientes estudios en pacientes pediátricos críticamente enfermos presentaron una reducción del 12.4% del grosor del cuádriceps femoral en el décimo día de evolución en la UCIP trasladándose a un déficit energético $\geq 25\%$ con una sensibilidad del 92.0 % y una especificidad del 77.0 %. (Rodríguez Portelles et al., 2020).

Las imágenes ecográficas del cuádriceps femoral se obtendrán mediante un ultrasonido portátil wifi dual convexo y lineal con Doppler color, opción de “Partes blandas”, transductor lineal en modo bidimensional y con rangos de frecuencias entre 50-60 Hz. Las mediciones se realizaron en extremidad derecha, y se registrará el valor promedio de 3 mediciones. Las mediciones del grosor del cuádriceps femoral se realizarán en 3 momentos diferentes de la evolución, el día del nacimiento, a los 7 días y a los 14 días de estadía clínica.

La técnica de que usará para la medición del músculo cuádriceps femoral es inicialmente medir en decúbito supino, la pierna derecha en posición neutra, se trazará una línea imaginaria sobre el muslo entre los puntos medio de la espina ilíaca anteroinferior hasta la cara superior de la rótula. Con una cinta métrica se determinará el tercio inferior de la línea trazada. Se realizará con el transductor en posición perpendicular, por el mismo investigador, con barrido en sentido caudo-cefálico.

Figura 1. Relaciones anatómicas empleadas como referencias en la medición del grosor del cuádriceps femoral.



Fuente: Ultrasonido de cuádriceps como herramienta de diagnóstico temprano de nutrición neonatal en comparación con antropometría en la Terapia Intensiva Neonatal en el Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer.

Cada año hay alrededor de 13 millones de partos pretérmino en el mundo. En México, el Instituto Nacional de Perinatología reporta una incidencia de prematuridad de 19.7% que contribuye con 38.4% de muertes neonatales, por lo que se ubica como la primera causa de mortalidad perinatal. (Fernández-Carrocerá et al., 2005)

La morbilidad asociada a pacientes prematuros es elevada. Sin embargo, también los recién nacidos a término pueden ser propensos a ingresos, dentro de las principales causas de ingreso en ambos grupos reportadas son enfermedad de membrana hialina, sepsis, neumonía, asfixia, entre otras. (Méndez-Silva et al., 2007)

Una de las causas que complica o prolonga la estancia hospitalaria en los neonatos es la desnutrición, se ha observado que los pacientes que requieren de soporte ventilatorio invasivo, tienen un menor incremento de peso asociado a un catabolismo incrementado. Es por esto que es relevante valorar el grado de desnutrición y brindar la intervención oportuna en ellos.

Tenemos bien estandarizadas los percentiles de peso, talla y perímetro cefálico tanto por edad como por género, estas basadas a los estudios multicéntricos realizados por Intergrowth, sin embargo, no existen percentiles de grosor de cuádriceps. Existen pocos estudios sobre la composición corporal de los recién nacidos prematuros y a término. (Uthaya et al., 2005) Existe un estudio que evalúa por resonancia magnética el músculo deltoides izquierdo de bebés con ventilación mecánica prolongada, encontrando una disminución en el grosor asociada a los días de apoyo ventilatorio. (Dassios et al., 2018)

iii. HIPÓTESIS

El ultrasonido del cuádriceps en neonatos prematuros, detectará el estado nutricional del neonato comparada con la antropometría para diagnóstico temprano de desnutrición neonatal en la terapia intensiva neonatal en el Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer.

iv. OBJETIVOS

a) Objetivo general

Comparar las mediciones por ultrasonido de cuádriceps vs antropometría para diagnóstico de desnutrición neonatal en prematuros de la terapia intensiva neonatal en el Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer.

b) Objetivos específicos

Describir a la población en estudio (sexo, causa de ingreso).

Calcular la edad gestacional.

Mencionar días de estancia hospitalaria (intervalo de días transcurridos desde el ingreso y al egreso).

Medir el grosor del cuádriceps por ultrasonido.

Comparar el tamaño de cuádriceps de acuerdo con peso, talla, perímetro cefálico, pliegues y perímetro braquial.

Correlacionar perímetro cefálico, pliegues, peso y talla con grosor del cuádriceps.

Registrar el tipo de alimentación. (nutrición parenteral, ayuno, leche materna, alimentación mixta, nutrición parenteral y enteral)

v. MATERIAL Y METODO

a) Diseño

Estudio observacional, descriptivo, longitudinal y prospectivo.

b) Metodología

Se realizó un estudio que consiste en la medición directa por ultrasonografía del grosor del cuádriceps de recién nacidos prematuros de 32 a 36.6 semanas de gestación que ingresen a la unidad de cuidados intensivos neonatales, del Hospital de Especialidades del Niño y La Mujer, en el periodo septiembre a diciembre de 2024. Se realizarán 3 mediciones, distribuidas de la siguiente manera: medición basal, 7 días y 14 días.

La técnica de que usó para la medición del músculo cuádriceps femoral es inicialmente medir la pierna derecha a mitad de lo largo de la línea desde la espina ilíaca anterosuperior hasta la cara superior de la rótula. El músculo tibial anterior izquierdo se midió en un cuarto de la distancia desde la cara inferior de la rótula hasta el maléolo lateral.

Se midió peso con una báscula electrónica, calibrada, con una medición por la mañana, sin ropa y sin pañal, se obtendrán dos mediciones para hacer un promedio.

La longitud se midió entre dos observadores, con cinta métrica entre dos observadores sobre una superficie dura y plana en decúbito supino, con la cabeza que se pueda crear una línea vertical imaginaria entre el conducto auditivo externo y el borde inferior de la órbita del ojo esté perpendicular sosteniendo la cabeza, estirando las piernas, se obtendrán dos mediciones para hacer un promedio.

Perímetro cefálico se midió con una cinta de 1.0 cm de grosor, colocada en el punto máximo del occipucio y la glabella.

Perímetro braquial, debe ubicarse el punto medio del brazo izquierdo en ángulo de 90° pegado al tronco, entre el acromion y olécranon. Con el brazo relajado y extendido y la mano en prono, con una cinta de 1 mm se mide el contorno del brazo.

Para las mediciones de pliegue cutáneo tricipital, se usó un plicómetro con presión constante de 10 g/mm² y precisión de 1 mm. Se medirá la parte media del brazo ubicando el punto medio del brazo izquierdo en ángulo de 90° pegado al tronco, entre el acromion y olécranon. En posición supina, se toma el pliegue con el dedo pulgar e índice un centímetro por arriba de la marca del punto medio y coloca el plicómetro justo sobre la marca y se toma la lectura.

La edad gestacional se valorará de acuerdo a test de Capurro, en caso de tener semanas con días de vida, se utilizará la semana más próxima a la medida.

c) Universo

Prematuros de 32 a 36.6 semanas de gestación que ingresen a la terapia neonatal en el periodo de septiembre a diciembre de 2024 en el del Hospital de Especialidades del Niño y La Mujer.

d) Muestra

No probabilística, muestra por conveniencia.

e) Criterios de inclusión

Pacientes que ingresen a la unidad de cuidados intensivos neonatales con:

Prematuros de 32 a 36.6 sdg que ingresen a la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales en el periodo de septiembre a diciembre de 2024 en el del Hospital de Especialidades del Niño y La Mujer.

Pesos al nacer entre el z score de -1 a +1 por gráficas de Intergrowth.

Firma de autorización del consentimiento informado de los padres.

Descartado diagnóstico de restricción del crecimiento intrauterino.

Sin diagnóstico de cardiopatías.

Sin evidencia de malformaciones.

Descartada fetopatía diabética.

Sin diagnóstico prenatal de cromosomopatías.

f) Criterios exclusión

Pacientes que ingresen a la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales con:

Alta voluntaria
 Traslados de otra unidad
 Fallecimiento
 Egreso antes de completar las mediciones

g) Criterios de eliminación

Pacientes que ingresen a la unidad de cuidados intensivos neonatales con:

Que no completen las mediciones
 Fallecimiento
 Que los padres o tutores decidan retirar al menor del estudio

h) Cuadro de operación de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Fuente
Edad post gestacional	Lapso de tiempo que transcurre desde el nacimiento hasta el momento de referencia	Se tomará la edad registrada en la nota de ingreso por test de Capurro.	Cuantitativa ordinario no continuo	1. 32 a 36 sdg	Expediente clínico
Sexo	Conjunto de seres pertenecientes a un mismo sexo.	Se tomará el registro del sexo de la nota de ingreso a UCIN. Sexo masculino o femenino.	Cualitativa dicotómica	Masculino o femenino	Expediente clínico
Causa de ingreso	Aquello que se considera como fundamento u origen de algo.	Se tomará el registro de la nota de ingreso a UCIN. Diagnósticos de ingreso.	Cualitativa nominal	1. Asfixia 2. Neumonía 3. Síndrome de distres respiratorio 4. Sepsis 5. Síndrome de aspiración meconio	Expediente clínico

				6. Pretérmino 7. Hemorragia intraventricular 8. Enterocolitis necrotizante	
Alimentación	Acción y efecto de alimentar o alimentarse	Se tomará el registro de la nota de evolución de UCIN al momento de realizar la medición de cuádriceps. Tipos de alimentación	Cualitativa nominal	1. Ayuno 2. Nutrición parenteral 3. Enteral 4. Enteral y parenteral	Expediente clínico
Grosor de cuádriceps	Medición de grosor de cuádriceps	Se tomará el registro en centímetros al momento de realizar la medición de cuádriceps basal, 7 días y 14 días. La técnica de que usará para la medición del músculo cuádriceps femoral es inicialmente medir la pierna posición neutral, derecha a mitad de lo largo de la línea desde la espina ilíaca anterosuperior hasta la cara superior de la rótula, con el transductor en posición perpendicular, por el mismo investigador	Cuantitativa continua.	1. Milímetros	Expediente clínico

Peso	Fuerza de gravitacion universal que ejerce un cuerpo colesite sobre una masa	Se tomará el peso en gramos al momento de realizar la medición de cuadríceps, basal, 7 dias y 14 días.	Cuantitativa coninua	1. Gramos	Expediente clínico
Talla	Estatura o altura de una persona	Se tomará la talla en centímetros al momento de realizar la medición de cuadríceps, basal, 7 dias y 14 días.	Cuantitativa continua	1. Centímetros	Expediente clínico
Perímetro cefálico	Medicion del contorno de la cabeza	Se tomará el perímetro cefálico en centímetros al momento de realizar la medición de cuadríceps, basal, 7 dias y 14 días.	Cuantitativa discreta	1. Centimetros	Expediente clínico
Perímetro braquial	Medición del contorno del brazo a la mitad del acromion y olécranon.	Se tomará el perímetro braquial en centímetros al momento de realizar la medición de cuadríceps, basal, 7 dias y 14 días.	Cuantitativa continua	1. Centimetros	Expediente clínico
Pliegue braquial	Medición de los pliegues cutáneos para estimar la cantidad de grasa corporal	Se tomará el pliegue braquial en centímetros al momento de realizar la medición de cuadríceps, basal, 7 dias y 14 días.	Cuantitativa continua	1. Centimetros	Expediente clínico

Días de ventilación mecánica invasiva	Procedimiento médico en el cual se coloca una cánula o sonda en la tráquea para abrir la vía respiratoria con el fin de suministrarle oxígeno a la persona.	Se tomará en cuenta el modo de ventilación en días al momento de realizar la medición de cuádriceps.	Cuantitativa discreta	1. 1 a 3 días 2. 4 a 6 días 3. 7 a 9 días 4. 10 a 12 días 5. 13 a 15 días 6. 15 a 18 días 2.	Expediente clínico
Días de ventilación no invasiva	Administración del soporte ventilatorio sin la colocación de una vía aérea artificial como un tubo endotraqueal o una traqueostomía, sino mediante una máscara facial, nasal o un sistema de casco.	Se tomará en cuenta el modo de ventilación en días al momento de realizar la medición de cuádriceps.	Cuantitativa discreta	1. 1 a 3 días 2. 4 a 6 días 3. 7 a 9 días 4. 10 a 12 días 5. 13 a 15 días 6. 15 a 18 días 7.	Expediente clínico

vi. RESULTADOS

De un total de 46 neonatos revisados, se eliminaron 13 por expedientes incompletos; finalmente se analizaron a 33 neonatos en sus mediciones de: diámetro de cuádriceps, peso, talla, perímetro cefálico, perímetro braquial, pliegue tricipital, relación de masa magra y relación masa grasa, así como diagnóstico, tipo de alimentación y tipo de ventilación de soporte.

En relación con la edad gestacional, el 13% fue de 33 semanas, un 10% de 32 semanas, el 7% de 34 semanas y 3% de 35 semanas. El sexo masculino predominó con un 69.6%. El 51.5% cursaron con síndrome de distrés respiratorio, el 45.5% con sepsis neonatal y un 21.1% con neumonía intrauterina.

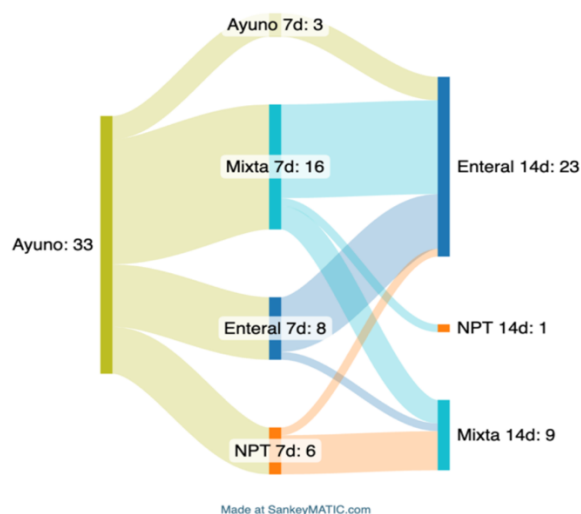
Tabla 1. Características clínicas de los 33 pacientes.

Datos			
Sexo	Masculino	23	(69.7%)
	Femenino	10	(30.3%)
Edad gestacional en semanas	32	10	(30.3%)
	33	13	(39.4%)
	34	7	(21,2%)
	35	3	(9.1%)

Fuente: Ultrasonido de cuádriceps como herramienta de diagnóstico temprano de nutrición neonatal en comparación con antropometría en la Terapia Intensiva Neonatal en el Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer.

En la figura 1 se muestra la evolución del tipo de alimentación recibido, todos iniciaron en ayuno y al final el 69.7% se alimentaban por vía enteral, 27.3% alimentación mixta y solo un neonato se mantuvo exclusivamente con nutrición parenteral.

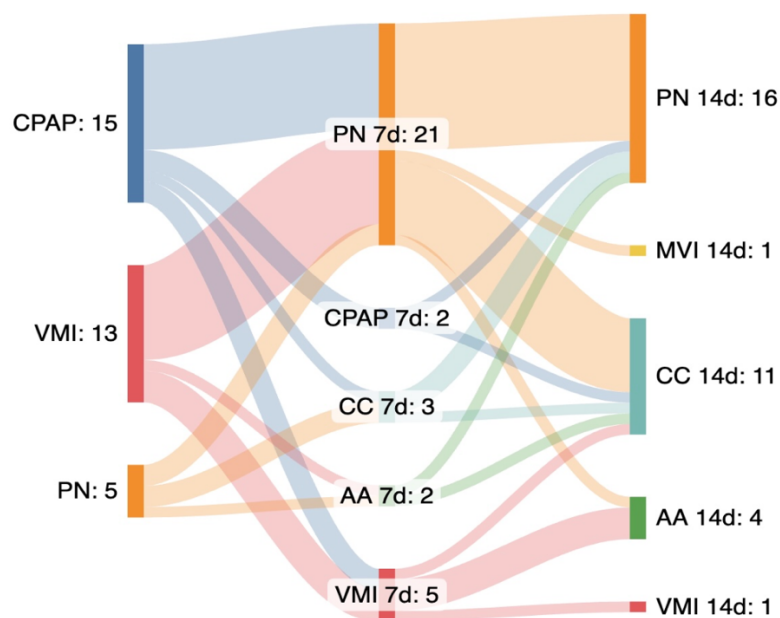
Fig 1. Evaluación de la alimentación de los 33 neonatos en el día de nacimiento, séptimo y catorceavo día de vida.



Fuente: Ultrasonido de cuádriceps como herramienta de diagnóstico temprano de nutrición neonatal en comparación con antropometría en la Terapia Intensiva Neonatal en el Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer.

En la evolución del apoyo respiratorio, figura 2, al nacimiento el 45.4% estaban apoyados por cpap nasal, 39.4% asistido con ventilación mecánica invasiva y el 15.1% restante con oxígeno por puntas nasales. A los catorce días, dos pacientes se mantenían en ventilación mecánica invasiva, el 44.5% recibía oxígeno por puntas nasales, 33.3% con casco cefálico y finalmente 12.1% sin apoyo respiratorio.

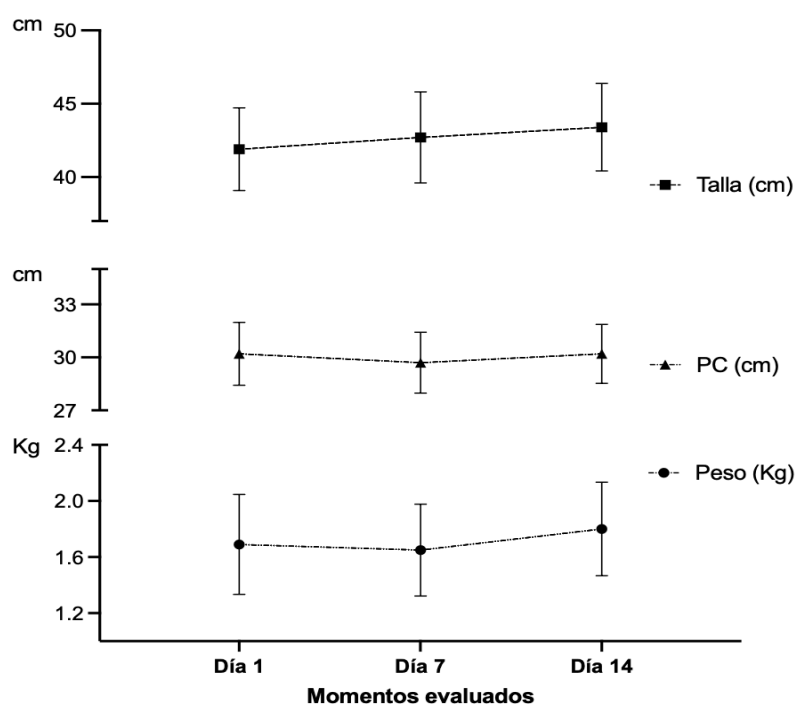
Figura 2. Evolución del tipo de apoyo a la respiración en los 33 neonatos al nacer, séptimo día y 14°. AA= aire ambiente, CC= casco cefálico, PN= puntas nasales, CPAP = presión positiva continua, MVI = ventilación mecánica intermitente.



Fuente: Ultrasonido de cuádriceps como herramienta de diagnóstico temprano de nutrición neonatal en comparación con antropometría en la Terapia Intensiva Neonatal en el Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer.

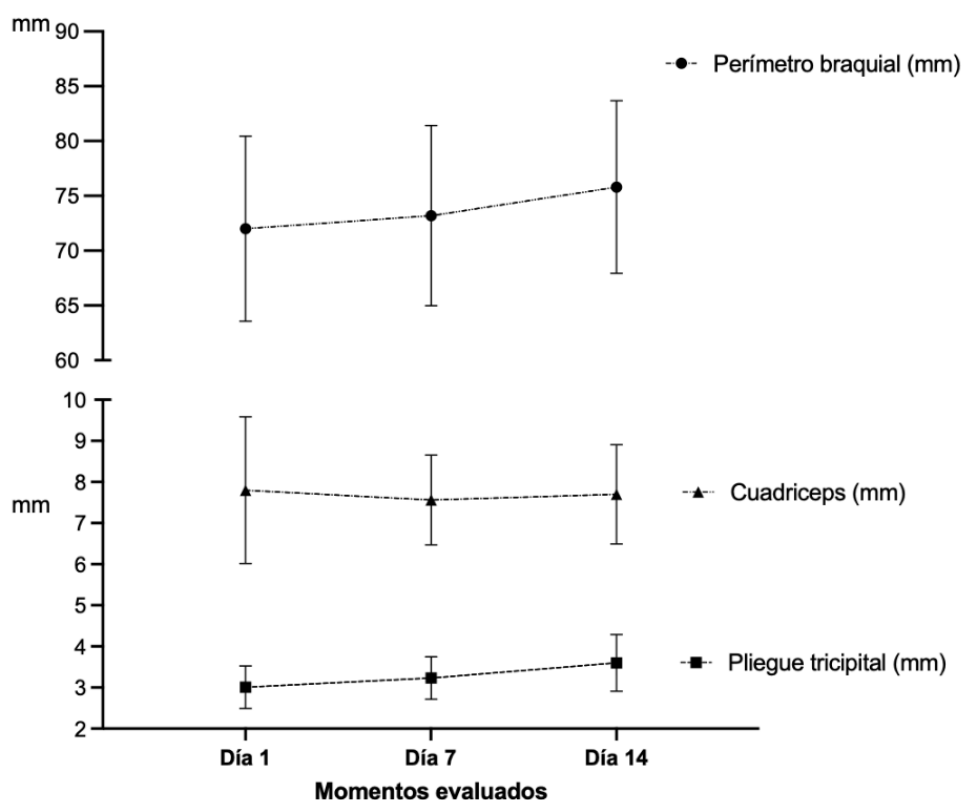
En la evaluación antropométrica, de manera general se observó que, para la talla, el perímetro braquial y pliegue tricipital un incremento constante a partir del primer día al décimo cuarto día. Para el peso y perímetro cefálico no hubo incremento en sus dimensiones del día 0 al 7º día, pero si del 7º al 14º. Finalmente en la medición del cuádriceps, no se observó cambios en promedio en las 3 evaluaciones.

Figura 3. Distribución de antropometría (peso, talla, perímetro cefálico en los 33 neonatos).



Fuente: Ultrasonido de cuádriceps como herramienta de diagnóstico temprano de nutrición neonatal en comparación con antropometría en la Terapia Intensiva Neonatal en el Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer.

Figura 4. Distribución de antropometría (perímetro braquial, pliegue tricipital y volumen del músculo cuádriceps en los 33 neonatos).



Fuente: Ultrasonido de cuádriceps como herramienta de diagnóstico temprano de nutrición neonatal en comparación con antropometría en la Terapia Intensiva Neonatal en el Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer.

Con respecto a la relación de masa magra y masa grasa, se observó un incremento en ambas del día 1 al 7° y del 7° al 14°, siendo más significativo para la masa magra. Tabla 2.

Tabla 2. de crecimiento según medición realizada

Medición	Nacimiento	7 días	14 días	ANOVA repetidos
	Media [1DT]			F; valor p
Peso en gramos	1690 [358]	1657 [333]	1807 [338]	19.0; <0.001
Talla en cm	41.9 [2.8]	42.7 [3.1]	43.4 [2.9]	7.4; 0.001
Perímetro cefálico en cm	30.3 [1.8]	29.7 [1.85]	30.2 [1.6]	6.3; 0.003
Perímetro braquial en cm	7.20 [0.84]	7.32 [0.82]	7.58 [0.78]	6.31; 0.003
Pliegue tricipital en mm	3.01 [0.54]	3.24 [0.57]	3.6 [0.07]	12.6; <0.001
m. Cuádriceps en mm	7.88 [1.78]	7.56 [1.1]	7.74 [1.2]	0.67; 0.51
	Mediana (rango intercuartílico)			Friedman test
RMM %	33.5 (14.3)	35.5 (12.7)	37.0 (10)	0.053
RMG %	37.5 (10)	40.0 (10)	42.5 (12.5)	0.006

RMM = relación masa magra, RMG = relación masa grasa

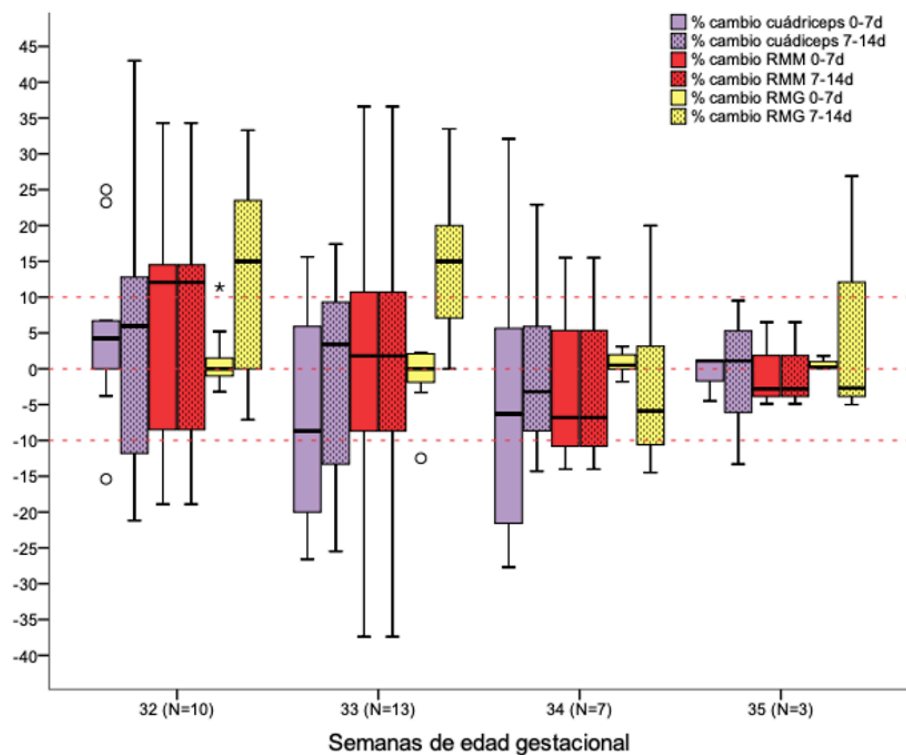
Fuente: Ultrasonido de cuádriceps como herramienta de diagnóstico temprano de nutrición neonatal en comparación con antropometría en la Terapia Intensiva Neonatal en el Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer.

En un análisis específico se observó que del día 0 al día 7 el mayor cambio proporcional de incremento se presentó en el pliegue tricipital. Mientras que del día 7 al día 14, los incrementos más significativos fueron para el peso y pliegue tricipital. Figura 5. Así mismo el mayor incremento de masa magra se dio del día 7 al 14.

Al analizar el comportamiento del crecimiento en relación con el cuádriceps y la relación masa magra, relación masa grasa por edad gestacional, figura 5 se encontró que la medición del cuádriceps y la relación de masa magra en promedio incrementaron, tanto para el día séptimo como para el catorce,

alrededor de un 12% en los neonatos de 32 semanas, no se modificó en los neonatos de 33 semanas, se redujo un 5% en los neonatos de 34 semanas y un 3% menos en los de 35 semanas. Para la proporción de masa magra en todos los neonatos no se observó un incremento al séptimo día, pero para el día 14 incrementó en promedio 15% en los menores de 32 semanas, un 17% en los de 33 semanas y disminuyó un 7% en los de 34 semanas y 4% en los de 35.

Figura 5. Cambios en la composición del brazo medidos por cuádriceps, RMM relación masa magra y RMG relación masa grasa, en el cambio del día 0 a 7 y de 7 a 14; según grupos de edad gestacional



Fuente: Ultrasonido de cuádriceps como herramienta de diagnóstico temprano de nutrición neonatal en comparación con antropometría en la Terapia Intensiva Neonatal en el Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer.

El tamaño de la masa muscular no correlacionó con la masa magra y masa grasa.

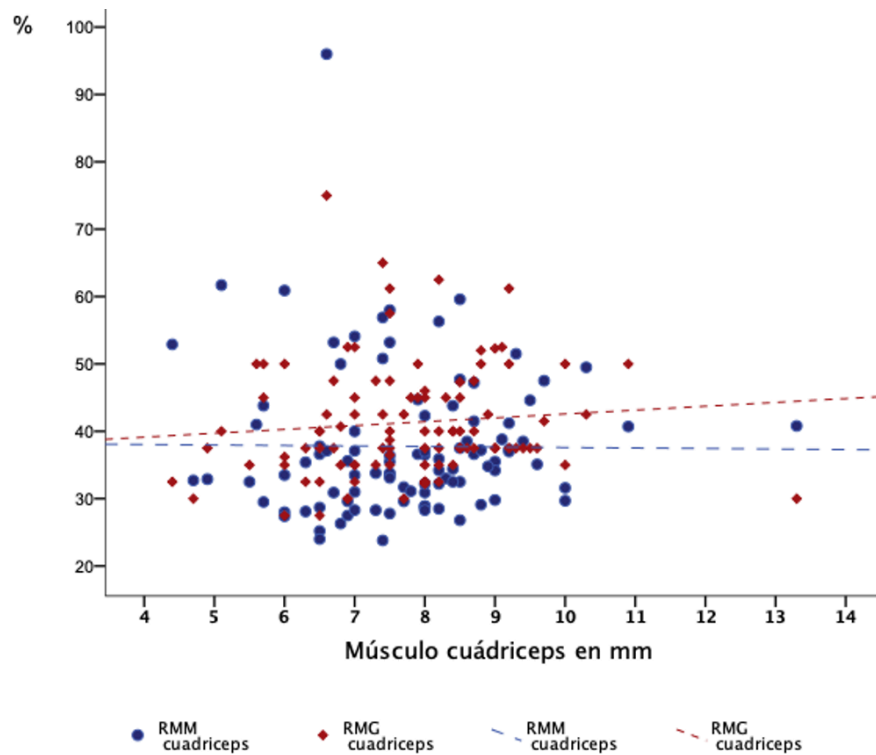


Figura 6. Correlación entre el tamaño del músculo cuádriceps y el porcentaje de masa magra (RMM; $Rho_{SD} = 0.16, p=0.11$) o masa grasa (RMG; $Rho_{SD} = 0.17, p=0.09$); $N = 99$.

vii. DISCUSIÓN

Con base a nuestros hallazgos estadísticos y sus resultados, no hay concordancia entre el uso del ultrasonido del cuádriceps en neonatos prematuros, como detector inicial del estado nutricional, comparado con la antropometría, sin embargo, este estudio nos dejó ver que es potencialmente útil esta propuesta.

El ultrasonido neonatal como diagnóstico inicial de desnutrición en los pacientes mencionados, ha sido escasamente estudiado, pudiendo asumir con este estudio que, por los cambios tan poco perceptibles en las mediciones, este sea una limitante en su aplicación como medida nutricional.

A diferencia de nuestros resultados arrojados, en poblaciones pediátricas con niños de mayor edad, utilizando el ultrasonido como medida diagnóstica, Rodríguez 2020, menciona cambios en las mediciones del grosor de cuádriceps correlacionados con los días de estancia hospitalaria, lo cual mostró resultados significativos de desnutrición pediátrica.

Es imperativo conocer, que el paciente neonatal prematuro, es por definición un ser dinámico, cuyas variaciones vitales, tanto neurológicas como metabólicas pueden ser difícilmente abordables para conocer el status en ese momento clínico. Los conocimientos de constantes tróficas, pueden modificarse cada hora y por supuesto a diario. La búsqueda de un sistema de conocimiento de dichas constantes debe ser poco a nulamente invasivo, factible y redituable, así como ofrecer respuestas inmediatas acerca de que elementos de la dieta deben agregarse o recomponerse. El ultrasonido de cuádriceps en la población mencionada, en este estudio no fue significativo, pero no deja de ser una base para continuar su aplicación y re-definir medidas que disminuyan los sesgos de conocimiento general del panorama metabólico, y nutricional de cada paciente en esta condición de prematuridad.

viii. BIBLIOGRAFÍA

1. Janssen, A. J., Akkermans, R. P., Steiner, K., de Haes, O. A., Oostendorp, R. A., & Kollée, L. A. (2011). Unstable longitudinal motor performance in preterm infants from 6 to 24 months on the Bayley Scales of Infant Development-second edition. *Research in Developmental Disabilities*, 32(5), 1902–1909. doi.org
2. Marlow, N., Wolke, D., Bracewell, M. A., & Samara, M. (2005). Neurologic and developmental disability at six years of age after extremely preterm birth. *New England Journal of Medicine*, 352(1), 9–19. doi.org

3. Salt, A., & Redshaw, M. (2006). Neurodevelopmental follow-up after preterm birth: Follow-up after two years. *Early Human Development*, 82(3), 185–197. doi.org
4. Belfort, M. B., Rifas-Shiman, S. L., Sullivan, T., Collins, C. T., McPhee, A. J., Ryan, P., Kleinman, K. P., Gillman, M. W., Gibson, R. A., & Makrides, M. (2011). Infant growth before and after term: Effects on neurodevelopment in preterm infants. *Pediatrics*, 128(4), e899–e906. doi.org
5. Van de Pol, C., & Allegaert, K. (2020). Growth patterns and body composition in former extremely low birth weight (ELBW) neonates until adulthood: A systematic review. *European Journal of Pediatrics*, 179(5), 757–771. doi.org
6. Herridge, M. S., Cheung, A. M., Tansey, C. M., Matte-Martyn, A., Diaz-Granados, N., Al-Saidi, F., Cooper, A. B., Guest, C. B., Mazer, C. D., Mehta, S., Stewart, T. E., Barr, A., Cook, D., Slutsky, A. S., & Canadian Critical Care Trials Group. (2003). One-year outcomes in survivors of the acute respiratory distress syndrome. *New England Journal of Medicine*, 348(8), 683–693. doi.org
7. Puthuchery, Z. A., Rawal, J., McPhail, M., Connolly, B., Ratnayake, G., Chan, P., Hopkinson, N. S., Phadke, R., Dew, T., Sidhu, P. S., Velloso, C., Seymour, J., Agle, C. C., Selby, A., Limb, M., Edwards, L. M., Smith, K., Rowlerson, A., Rennie, M. J., . . . Montgomery, H. E. (2013). Acute skeletal muscle wasting in critical illness. *JAMA*, 310(15), 1591–1600. doi.org
8. Uthaya, S., Thomas, E. L., Hamilton, G., Doré, C. J., Bell, J., & Modi, N. (2005). Altered adiposity after extremely preterm birth. *Pediatric Research*, 57(2), 211–215. <https://doi.org/10.1203/01.PDR.0000148284.58934.1C>
9. Dassios, T., Kaltsogianni, O., Krokidis, M., Hickey, A., & Greenough, A. (2018). Deltoid muscle morphometry as an index of impaired skeletal muscularity in neonatal intensive care. *European Journal of Pediatrics*, 177(4), 507–512. doi.org
10. Ahmad I, Nemet D, Eliakim A, Koeppel R, Grochow D, Coussens M, Gallitto S, Rich J, Pontello A, Leu SY, Cooper DM, Waffarn F (2010) Body

composition and its components in preterm and term newborns: a cross-sectional, multimodal investigation. *Am J Hum Biol* 22:69–75.

11. Waligora, A. C., Johanson, N. A., & Hirsch, B. E. (2009). Clinical anatomy of the quadriceps femoris and extensor apparatus of the knee. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 467(12), 3297–3306. doi.org
12. Rodríguez Portelles, A. C., Castro Morales, T., Piriz Assa, A. R., & Céspedes Rómulo, A. M. (2020). La ecografía del cuádriceps como indicador de la depleción energético-nutricional en los pacientes pediátricos críticamente enfermos. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 30(2), 397–414.
13. Fernández-Carrocer, L. A., Curiel-León, G., Delgadillo-Avendaño, J. M., & Salinas-Ramírez, V. (2005). Evaluación de la morbi-mortalidad neonatal con el uso de esteroides prenatales. *Perinatol Reprod Hum*, 19, 133–140.
14. Méndez-Silva, L. P., Martínez-León, M. G., & Bermúdez-Rodríguez, J. M. (2007). Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales: morbimortalidad en recién nacidos prematuros. *Acta Universitaria*, 17, 46–51.
15. Uthaya, S., Thomas, E. L., Hamilton, G., Doré, C. J., Bell, J., & Modi, N. (2005). Altered adiposity after extremely preterm birth. *Pediatric Research*, 57(2), 211–215. doi.org
16. Dassios, T., Kaltsogianni, O., Krokidis, M., & et al. (2018). Deltoid muscle morphometry as an index of impaired skeletal muscularity in neonatal intensive care. *European Journal of Pediatrics*, 177(4), 507–512. doi.org

ix. ANEXOS

Anexo 1. Formato de consentimiento informado

“Carta consentimiento para participar en el proyecto de investigación”

HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DEL NIÑO Y LA MUJER ESPECIALIDAD NEONATOLOGÍA

Título del protocolo:

“Ultrasonido de cuádriceps como factor diagnóstico de nutrición neonatal en la Terapia Intensiva Neonatal en el Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer”

Investigador principal: Lucía Verónica López Arzate.

INVITACIÓN

Se invita a participar a su hijo o hija en este estudio de investigación realizado en Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer, que consiste en realizar ultrasonido en un músculo llamado cuádriceps, el cual se encuentra en la pierna de su hijo, no ocasiona dolor o molestias.

Antes de decidir su participación, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados.

Esta participación consiste en la autorización, conocida como *consentimiento informado*, en la cual tiene la libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto.

Autorizando su participación, se firmará este consentimiento informado, el cual se le entregará una copia firmada y fechada.

1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Los bebés prematuros o de término con enfermedades al nacimiento, tienen riesgo de sufrir alteraciones en desarrollo neurológico asociado a su estado nutricional.

El ultrasonido puede medir cantidad de músculo sin exposición a radiación y sedación, permitiéndonos orientar acerca de su estado de nutrición con mediciones de su músculo cuádriceps.

2. BENEFICIOS DEL ESTUDIO

Este estudio se realizará una medición por ultrasonido que nos permitirá conocer el estado nutricional de su hijo y realizar la intervención nutricional oportuna.

3. PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO

En caso de aceptar participar en el estudio usted seguirá el siguiente procedimiento:

Se realizarán 4 mediciones ultrasonográficas del cuádriceps basal, 7 días y 14 días.

4. RIESGOS ASOCIADOS CON EL ESTUDIO

Ninguno ya que no se realizarán procedimientos invasivos ni se administrarán medicamentos.

5. ACLARACIONES

- La decisión de que su hijo participe en el estudio es completamente voluntaria.
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted o para su hijo, en caso de no aceptar la invitación.
- Si decide participar en el estudio puede retirarse en el momento que lo desee.
- No tendrá que hacer gasto alguno durante el estudio.
- No recibirá pago por su participación.
- En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.
- La información obtenida en este estudio, utilizada para la identificación de cada paciente, será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores, es decir, los datos personales de su hijo se protegerán.

6. INFORMACIÓN DE CONTACTO

Si tiene alguna pregunta acerca de su participación o desea la opinión de otra persona fuera del estudio, usted puede consultar al médico de su confianza. En caso de que tenga cualquier pregunta acerca del proyecto o en caso de una emergencia, comuníquese al correo lopez.arzate.lucia@gmail.com, con la Dra. Lucía Verónica López Arzate.

7. CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Autorizo la participación de mi hijo en este estudio de investigación. Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

Firma del participante

Fecha de la firma

Testigo 1

Fecha

Testigo 2

Fecha

He explicado al Sr(a). _____ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apegó a ella.

Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento.

Firma del investigador

Fecha

Anexo 2. Carta de confidencialidad

Querétaro, Querétaro a 23 de abril 2024.

Dr. Gustavo Chávez Gómez
JEFE DE ENSEÑANZA
P R E S E N T E

“Ultrasonido de cuádriceps como factor diagnóstico de nutrición neonatal en la Terapia Intensiva Neonatal en el Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer”

Yo, Lucía Verónica López Arzate, residente de 5º año de neonatología, investigadora principal, me comprometo a --



Anexo 3. Instrumento de recolección de datos

Edad				Sexo							
Prematuro extremo	Prematuro moderado	Prematuro tardío	Término	Femenino	Masculino						
Causas de ingreso											
Asfixia	Sdr	Sepsis	SAM	Pretérmino	HIV	NEC					
Peso											
500-1000g	1001-1500g	1501-2000g	2001-2500g	2501-3000g	3001-3500g	3501-4000g	4001-4500g				
Talla				Perímetro cefálico							
1.30-35 cm	2. 36-40 cm	3.41-45 cm	4.46-50 cm	5.51-55 cm	6.56-60 cm	1.20-25 cm	2. 26-30 cm	3.31-35 cm	4.36-40 cm	5.41-45 cm	6.46-50 cm
Alimentación				Grosor cuádriceps							
Ayuno		Npt	Enteral	Enteral + npt	0.91 +/-0.17		1.11 +/- 0.11				