

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
(UNAN – MANAGUA)
HOSPITAL INFANTIL MANUEL DE JESÚS RIVERA “LA MASCOTA”**



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Tesis para optar al título de Especialista en Neonatología

**Utilidad del ultrasonido para el diagnóstico y seguimiento de la
enterocolitis necrotizante en recién nacidos ingresados en el servicio de
neonatología del Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera, entre el 1 de enero y
el 31 de agosto del 2019.**

Autor:

Dra. Nubia Cristina Talavera Quiroz
Egresada de la especialidad de neonatología

Tutor:

Dra. María Lisseth Vallejos Ruiz
Coordinadora del Servicio de Neonatología
Pediatra - Neonatóloga

Managua, Marzo 2021

DEDICATORIA

Dedico esta tesis principalmente a DIOS, a mi esposo y mi hijo, que han sido el motor que me dieron la fuerza para lograr realizar mis estudios en la supra-especialidad de neonatología.

A mis padres y hermanos que me han apoyado e incentivado siempre a salir adelante con esmero y dedicación.

A mis compañeros de grupo, quienes en 2 años formamos una familia y nos apoyamos para cada día ser mejores médicos y personas.

A mis pacientes bebés que ellos son la razón por lo cual me esfuerzo cada día para dar lo mejor de mí.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a DIOS por bendecirme con la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en todo momento.

A mi esposo e hijo que sin la ayuda de ellos no hubiera podido salir adelante.

A mis maestros y sobre todo a mi tutora Dra. Vallejos por su paciencia para enseñarnos, guiarnos y alentarnos en todo momento. Y al Dr. Daniel Ruiz por apoyarme a que este trabajo fuera posible.

Al buen gobierno del poder ciudadano quien me dio la oportunidad de realizar la especialidad.

OPINIÓN DEL TUTOR

El Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera de Nicaragua es un Centro de referencia Nacional que recibe recién nacidos con patologías médicas y quirúrgicas, siendo el servicio de neonatología un área abierta, donde la Enterocolitis se encuentra entre las 4 primeras causas de ingreso al servicio de neonatología.

La enterocolitis necrotizante (ECN) es una de las principales causas de muerte y discapacidad en los recién nacidos prematuros o con comorbilidades. El diagnóstico precoz a través de investigaciones no invasivas es una estrategia crucial que puede mejorar significativamente los resultados. Por lo tanto, esta revisión presta especial atención al papel emergente de la ecografía abdominal (USA) en el diagnóstico temprano de ECN, su desempeño frente a la radiografía abdominal y los beneficios del uso en la práctica diaria. A pesar que el USA se ha utilizado en el diagnóstico y manejo de NEC por un par de décadas, su uso de primera línea en nuestro centro hospitalario ha sido mínimo, a pesar de la creciente evidencia que demuestra que la USA puede ser una herramienta crítica en el diagnóstico y manejo temprano de ECN.

Nuestro principal interés con este estudio es aportar recomendaciones para facilitar la adopción generalizada del USA, la mejoría futura en la práctica clínica del manejo temprano adecuado de ECN y de esta manera contribuir en la mejora de la calidad de atención de recién nacido.

Dra. María Lisseth Vallejos Ruiz
Coordinadora del Servicio de Neonatología
Pediatra - Neonatóloga

RESUMEN

Introducción: A pesar de la evidencia disponible a nivel internacional, en medios como el nuestro, el ultrasonido todavía no es parte de los protocolos diagnósticos y de seguimiento en recién nacidos con enterocolitis necrotizante (ECN) y las investigaciones sobre esta temática son escasas.

Objetivos: Evaluar la utilidad del ultrasonido para el diagnóstico y seguimiento de la enterocolitis necrotizante en recién nacidos ingresada en el servicio de neonatología del Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera, entre el 1 de enero y el 31 de agosto del 2019.

Método: Se llevó a cabo un estudio observacional, analítico, prospectivo de corte longitudinal. Conocido también como estudio de correlación. Se identificaron 21 casos con diagnóstico de ECN confirmado por criterios clínicos y radiológicos a quienes se les realizó US complementario (US en modo B en escala de grises y Doppler), diagnóstico y en algunos casos de seguimiento y se exploró la correspondencia de los hallazgos de US con los hallazgos radiográficos y la asociación de los hallazgos de US con la evolución clínica de los casos hasta su alta.

Resultados: En el 100% de los casos se realizó US diagnóstico generalmente entre el 1 y segundo día de hospitalización y en 43% se realizó un segundo US (ultrasonido de seguimiento) entre el tercer y cuarto día de estancia (posterior al diagnóstico). En el US diagnóstico, los hallazgos más frecuentes fueron un diámetro del intestino grueso aumentado (>20 mm) en casi el 100% de los casos y diámetro del intestino delgado aumentado (>15 mm) en el 70%. La ecogenicidad de la pared intestinal aumentada y líquida libre se observaron en la mitad de los casos. Entre el 70% y el 100% de los casos tenía los parámetros del flujo de la arteria mesentérica superior disminuidos. El presente estudio reveló que sí existe una correlación entre los hallazgos de US y los hallazgos de radiografía en los recién nacidos con ECN. El grado de acuerdo o correspondencia varió entre un 59% hasta un 91%. El porcentaje de hallazgos detectados por US que no fueron detectados por la radiografía varió en el 5% y el 10% y aproximadamente un 20% de hallazgos son detectados únicamente por US y no por radiografía. La presencia de líquido, especialmente tipo complejo, neumoperitoneo, presencia de colección y ecogenicidad de la pared intestinal aumentada, se asociaron de forma significativa a mayor ocurrencia de evolución desfavorable. Se observó una asociación significativa únicamente para la velocidad en fin de diástole, siendo los valores de este parámetro significativamente menores en los pacientes con evolución desfavorable para cada una de las arterias evaluadas.

Conclusiones: Este estudio sugiere que la ecografía abdominal es útil en el diagnóstico y seguimiento de los RN con ECN, ya que los hallazgos ecográficos se correlacionan con los hallazgos de la prueba de imagen que se usa de forma convencional, que en este caso corresponde a la radiografía simple de abdomen; por otro lado el US sí logra detectar alteraciones que la radiografía no logra detectar; y si existen hallazgos del ultrasonido que permiten identificar o discriminar que pacientes tendrán una evolución desfavorable.

Recomendaciones: Se recomienda evaluar la factibilidad de implementar el US como parte del protocolo diagnóstico y seguimiento de los recién nacidos con ECN.

ÍNDICE

I.	Introducción	1
II.	Antecedentes	3
	2.1. Estudios internacionales	3
	2.2. Estudios en Nicaragua	6
III.	Justificación.....	7
	Relevancia teórica	7
	Relevancia clínica para el diagnóstico y seguimiento.....	7
	Relevancia clínica para el manejo y evolución del recién nacido.....	8
	Beneficios para la institución	8
IV.	Planteamiento del problema	9
	Caracterización.....	9
	Delimitación	9
	Formulación	9
	Preguntas de sistematización.....	10
V.	Objetivos	11
	5.1. Objetivo general	11
	5.2. Objetivos específicos.....	11
VI.	Marco teórico	12
	6.1. Definición	12
	6.2. Epidemiología de la enterocolitis necrotizante.....	12
	6.3. Factores de riesgo	14
	6.4. Fisiopatología	16
	6.5. Hallazgos clínicos.....	16
	6.6. Modalidades de imagen.....	17

6.6.1.	Radiografía simple del abdomen.....	18
6.6.2.	Ultrasonido abdominal	19
6.7.	Hallazgos de imagen por ultrasonido abdominal	20
6.7.1.	Patrón de gas intestinal.....	20
6.7.2.	Gas intramural	21
6.7.3.	Gas venoso portal	23
6.7.4.	Gas Intraperitoneal Libre	24
6.7.5.	Fluido abdominal	25
6.7.6.	Pared intestinal	26
5.4.7.	Perfusión de la pared del intestino (US Doppler)	28
VII.	DISEÑO METODOLÓGICO	30
7.1.	Tipo de estudio	30
7.2.	Área y periodo de estudio.....	30
7.3.	Población de estudio (población fuente)	30
7.4.	Muestra	30
7.5.	Criterios de selección.....	30
7.6.	Técnicas y procedimientos para recolectar la información	31
7.6.1.	Unidad de análisis	31
7.6.2.	Fuente de información.....	31
7.6.3.	Instrumento de recolección de la información	31
7.7.	Técnicas y procedimientos para procesar y analizar la información	34
7.7.1.	Creación de la base de datos	34
7.7.1.	Estadística descriptiva.....	34
7.7.2.	Exploración de la utilidad de la evaluación ecográfica.....	35
7.8.	Consideraciones éticas.....	35

7.9. Operacionalización de las variables	36
VIII. Resultados	43
8.1. Resultados del objetivo 1.....	43
8.2. Resultados del objetivo 2.....	43
8.3. Resultados del objetivo 3.....	45
8.4. Resultados del objetivo 4.....	47
IX. Análisis de resultados (Discusión)	49
Características generales del recién nacido con ECN	49
Frecuencia y hallazgos del US abdominal en escala de grises y US Doppler	49
Comparación de los hallazgos por US con los hallazgos por radiografía.....	51
Asociación entre los hallazgos por US y la evolución clínica	52
X. Conclusiones	54
XI. Recomendaciones.....	56
11.1. Recomendaciones al servicio de neonatología	56
11.2. Recomendaciones a las autoridades del hospital y al MINSA	56
11.3. Recomendaciones a la comunidad académica y científica	56
XII. Bibliografía.....	58
XIII. Anexos.....	62
13.1. Ficha de recolección	62
13.2. Cuadros y gráficos	64

LISTA DE ACRÓNIMOS

AC	Arteria celiaca
AM	Flujo mural
AMS	Arteria mesentérica superior;
DE	Desviación estándar
ECN	Enterocolitis necrotizante
IC	Intervalo de confianza
IR	Índice de resistencia
M	Media
Md	Mediana
OMS	Organización mundial de la salud
OR	Odd Ratio
PD	Velocidad en fin de diástole
PS	Velocidad pico sístole
USA	Ultrasonido abdominal

I. INTRODUCCIÓN

La enterocolitis necrotizante (ECN) es una enfermedad potencialmente mortal que afecta casi exclusivamente a los recién nacidos. La incidencia a nivel mundial varía entre 0,3 y 2,4 niños por cada 1000 nacidos vivos (Ginglen & Butki, 2020). Casi el 70% de estos casos ocurren en bebés prematuros nacidos antes de las 36 semanas de gestación. La enterocolitis necrotizante afecta del 2% al 5% de todos los bebés prematuros y es responsable de casi el 8% de todos los ingresos a la UCIN. En general, la mortalidad varía del 10% al 50%. Sin embargo, en los casos más graves, la mortalidad se acerca al 100%. (Kim, 2018; Trinci et al., 2016). La fisiopatología de la ECN es una inflamación del intestino que conduce a una invasión bacteriana que causa daño y muerte celular, que conlleva a una necrosis del intestino delgado y colon. A medida que avanza la ECN, puede provocar una perforación intestinal que causa peritonitis, sepsis y muerte.

Los signos y síntomas de ECN como mala alimentación, vómitos, letargo, dolor abdominal a la palpación, son inespecíficos, por lo que los médicos deben mantener la sospecha cuando se presentan estos signos y síntomas en la población neonatal. El pronóstico de la enterocolitis necrotizante depende de la gravedad de la afección en el momento en que se reconoce y se inicia el tratamiento, por lo tanto el diagnóstico temprano, el adecuado seguimiento e intervención oportuna son las claves para mejorar el pronóstico (Isani, Delaplain, Grishin, & Ford, 2018; Kim, 2018; Niño, Sodhi, & Hackam, 2016; Trinci et al., 2016). Tradicionalmente, la radiografía de abdomen ha sido la modalidad de imagen de elección en el estudio inicial de la ECN (Esposito et al., 2017), sin embargo a menudo arroja hallazgos inespecíficos (Chen et al., 2018).

En los últimos años se ha acumulado abundante evidencia en la literatura médica sobre la utilidad del ultrasonido (US) en el diagnóstico de la ECN, ya que proporciona información adicional más allá de las radiografía, por lo que se ha propuesto que esta modalidad de imagen debe ser incluida como parte de los algoritmos de diagnóstico, especialmente cuando existe una gran discrepancia entre el estado clínico del paciente y resultados de estudios de rayos x (Cuna, Lee, et al., 2018; Cuna, Reddy, Robinson, & Chan, 2018; Chen et al., 2019).

El US permite la evaluación inicial de la extensión y la ubicación de cambios tales

como ecogenicidad aumentada de la pared intestinal, cambios en el grosor de la pared intestinal, neumatosis intestinal, gas en la vena porta, aire libre en la cavidad peritoneal, fluido peritoneal, peristalsis reducida. Además, el ultrasonido Doppler puede revelar una alteración de la perfusión de la pared intestinal. Entre todos los signos diagnósticos mencionados, la neumatosis intestinal se considera patognomónica para la ECN (Esposito et al., 2017; Raghuveer, Lakhotia, Bloom, Desilet-Dobbs, & Zarchan, 2019; Wang, Li, & Liu, 2016).

La evaluación de estos cambios es de gran utilidad para la planificación quirúrgica. Por ejemplo, la laparotomía con resección del intestino necrótico está indicada en los cambios difusos, mientras que las lesiones limitadas pueden tratarse suficientemente con un drenaje peritoneal menos invasivo, que se asocia con un mejor pronóstico en ECN, particularmente en neonatos con bajo peso al nacer (Caplan, Goldstein, & Sylvester, 2019; Deeg, 2019; Kim, 2018; Meijler & Steggerda, 2019; Trinci et al., 2016).

A pesar de la evidencia disponible a nivel internacional, en medios como el nuestro, el ultrasonido todavía no es parte de los protocolos diagnósticos y de seguimiento en recién nacidos con enterocolitis necrotizante y las investigaciones sobre esta temática son escasas.

Por este motivo se decidió realizar un estudio sobre la utilidad del ultrasonido para el diagnóstico y seguimiento de la enterocolitis necrotizante en recién nacidos ingresada en el servicio de neonatología del Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera, entre el 1 de enero y el 31 de agosto del 2019.

II. ANTECEDENTES

2.1. Estudios internacionales

Muchantef et al (2013) publicaron los resultados de una investigación cuyo objetivo fue correlacionar los hallazgos ecográficos y radiográficos con los resultados clínicos en recién nacidos con ECN. Para tal efecto los investigadores llevaron a cabo un estudio retrospectivo revisando el sistema de información radiológica, buscando ecografías abdominales consecutivas y radiografías concurrentes realizadas en pacientes con ECN o sospecha de ECN durante el período de estudio de enero de 2007 a septiembre de 2011 en el Departamento de Radiología Diagnóstica, Hospital de Niños de Montreal, Universidad McGill, Canadá. Se revisaron las imágenes radiográficas y US, así como sus características clínicas, patológicas y archivos de laboratorio. Los hallazgos radiológicos y de US fueron revisados por dos radiólogos certificados, ambos estaban cegados al resultado clínico y a los hallazgos de otras modalidades de imagen. Se tomaron decisiones por consenso. Se analizaron cuarenta y cuatro neonatos que recibieron 55 sonogramas.

Los pacientes recién nacidos se dividieron en dos grupos: los del grupo A fueron tratados médicamente y se recuperaron completamente; aquellos en el grupo B requirieron cirugía o colocación de drenaje peritoneal de forma aguda o que murieron a causa de NEC. De estos 44 neonatos, 19 fueron colocados en el grupo A (recibiendo un total de 22 sonogramas) y 25 fueron colocados en el grupo B (recibiendo un total de 33 sonogramas). El período de seguimiento medio para los recién nacidos supervivientes fue de 18 meses (rango, 3–56). Los 19 recién nacidos en el grupo A (7 niñas, 12 niños) tenían una edad gestacional promedio de 31 semanas (rango, 26-40) y un peso al nacer de 1,480 g (rango, 900-2,100). Los 25 recién nacidos en el grupo B (9 niñas, 16 niños) tenían una edad gestacional media de 31 semanas (rango, 24-40) y un peso medio al nacer de 1.360 g (rango, 700-3.260). No se observaron diferencias estadísticamente significativas en las características demográficas entre los dos grupos.

Las colecciones de líquido focal, el líquido libre ecogénico, el aumento de la ecogenicidad de la pared intestinal y el aumento del grosor de la pared intestinal fueron estadísticamente significativas para predecir un resultado desfavorable. Otras características

alcanzaron importancia en la predicción de malos resultados: gas peritoneal libre, neumatosis intestinal, aperistalsis, adelgazamiento de la pared intestinal y ausencia de perfusión intestinal. El líquido peritoneal libre anecoico predijo un buen resultado. El signo del asa centinela en las radiografías predijo un resultado desfavorable. Solo una característica ecográfica se observó exclusivamente en neonatos con un resultado adverso: intestino dilatado con contenido anecoico.(Muchantef et al., 2013)

Alieve et al (2017) publicaron los resultados de una investigación que tuvo como propósito evaluar el valor pronóstico de la ecografía Doppler de color abdominal en la determinación de predictores de complicaciones tempranas de ECN en recién nacidos. Los autores analizaron prospectivamente cincuenta y un recién nacidos que fueron atendidos de forma consecutiva con ECN de etapa Ia a IIIa entre 2013 y julio de 2016 en el Departamento de Cirugía Pediátrica, del Centro Médico Republicano Especializado de Pediatría, Tashkent, Uzbekistán. Los autores observaron que, según el US Doppler, en los recién nacidos con ECN IA en la mayoría de los casos (80%) hubo un aumento de la perfusión de la pared intestinal. Para el estadio IIA, los signos típicos fueron gas intramural y disminución de la peristalsis intestinal. Los pacientes en estadio IIB tenían adelgazamiento de la pared intestinal (menos de 1 mm), disminución o ausencia de peristaltismo intestinal y ausencia de perfusión. En el estadio IIIA, el 71% de los casos tenían ausencia de peristaltismo intestinal y gas intramural. Se encontró ausencia de perfusión y adelgazamiento de la pared intestinal de menos de 1 mm en el 86% de los recién nacidos. Un paciente tenía gas venoso portal. Nueve pacientes con IIB y siete neonatos con estadio IIIA de ECN necesitaron laparotomía. En 16 casos, los signos ecográficos de necrosis de la pared intestinal fueron confirmados durante el tranquirúrgico.(Aliev, Dekhqonboev, & Yuldashev, 2017)

Cuna et al (2018) llevaron a cabo una revisión sistemática y meta-análisis para obtener una mejor estimación de la precisión diagnóstica del US abdominal en el diagnóstico de ECN. Se realizó una búsqueda bibliográfica utilizando PubMed, Embase y otras bases relevantes para identificar estudios en los que se evaluó a recién nacidos con sospecha clínica de ECN en quienes se realizó US abdominal. Se incluyeron los estudios que utilizaron criterios de estadificación de Bell modificados como el estándar de referencia. Se evaluó la calidad del estudio y se determinó la sensibilidad y especificidad agrupadas de varios hallazgos de US para diagnosticar ECN. Seis artículos con un total de 462 pacientes cumplieron los criterios

de elegibilidad e inclusión. Hubo heterogeneidad en los hallazgos de US evaluados en todos los estudios. La detección por ultrasonido de los signos clásicos de ECN (gas venoso portal, neumatosis y aire libre) tenía sensibilidades agrupadas que variaban de 0.27 a 0.48 y especificidades agrupadas que variaban de 0.91 a 0.99. El adelgazamiento de la pared intestinal y la ausencia de peristaltismo tuvieron una sensibilidad general baja (0.22 y 0.30) pero una alta especificidad (0.96 y 0.96) para ECN. La evaluación del líquido abdominal, que incluyó ascitis y recolección de líquido focal, también tuvo una sensibilidad general baja y alta especificidad (ascitis simple: 0,45 y 0,92; recolección de líquido focal: 0,19 y 0,98). En resumen, los hallazgos individuales de US tienen baja sensibilidad y alta especificidad para el diagnóstico de ECN. Los autores concluyeron que la ecografía intestinal puede ser un complemento útil para las radiografías simples de abdomen en la evaluación de lactantes con sospecha clínica de ECN.(Cuna, Lee, et al., 2018)

Cuna et al (2018) publicaron los resultados de un meta-análisis cuyo objetivo fue identificar los hallazgos de ultrasonido abdominal asociados con el tratamiento quirúrgico o la muerte en recién nacidos con ECN. Los autores realizaron búsquedas en Embase, PubMed y otras bases de datos. Los artículos seleccionados se evaluaron de acuerdo a la calidad de la metodología de estudio utilizando la Escala de Newcastle-Ottawa, y se calcularon las estadísticas agregadas para odds ratio (OR) y su respectivo intervalo de confianza del 95%. De 521 artículos revisados, 11 artículos que incluyeron 748 niños fueron evaluados. Nueve de los estudios fueron retrospectivos y realizados en un solo centro. El análisis agrupado mostró que las colecciones de líquido focal (OR 17.9, 3.1–103.3), ascitis compleja (OR 11.3, 4.2–30.0), ausencia de peristaltismo (OR 10.7, 1.7–69.0), neumoperitoneo (OR 9.6, 1.7–56.3), ecogenicidad de la pared intestinal (OR 8.6, 3.4–21.5), adelgazamiento de la pared intestinal (OR 7.11.6–32.3), ausencia de perfusión (OR 7.0, 2.1–23.8), engrosamiento de la pared intestinal (OR 3.9, 2.4–6.1) e intestino dilatado (OR 3.5 , 1.8–6.8) se asociaron con cirugía o muerte en ECN. En contraste, el gas venoso portal (OR 3.0, 0.8–10.6), la neumatosis intestinal (OR 2.1, 0.9–5.1), el aumento de la perfusión intestinal (OR 2.6, 0.6–11.1) y la ascitis simple (OR 0.54, 0.1–2.5) no fueron asociado con cirugía o muerte.(Cuna, Reddy, et al., 2018)

Lok et al (2018) publicaron los resultados de un meta-análisis cuyo propósito fue identificar las características del ultrasonido asociadas con ECN definitiva (es decir, estadio

de Bell \geq II), tratamiento médico fallido, cirugía y muerte. Se realizaron búsquedas en las bases de datos de Embase, MEDLINE, Web of Science y CINAHL en busca de estudios que abordaran cualquier característica de ultrasonido relacionada con ECN en relación con cualquiera de los cuatro resultados. Después de la evaluación crítica de los métodos de estudio relevantes, los metaanálisis se realizaron utilizando un modelo de efectos aleatorios. Se incluyeron 15 de 1215 estudios. Todas las características del ultrasonido tenían sensibilidades por debajo del 70% y especificidades en gran parte por encima del 80% para diagnosticar ECN definitiva; Varias características del ultrasonido se asociaron significativamente con el tratamiento médico fallido y la cirugía. Se encontró heterogeneidad sustancial, mala calidad de los informes y riesgo incierto de sesgo.(Lok et al., 2018)

2.2.Estudios en Nicaragua

Luego de hacer una revisión de las principales bases de datos de las universidades nacionales y de las bases de datos internacionales no se encontró ningún estudio que evaluara la utilidad del ultrasonido para el diagnóstico y seguimiento de la enterocolitis necrotizante en recién nacidos en Nicaragua.

III. JUSTIFICACIÓN

Los recién nacido son la población de mayor riesgo de enterocolitis necrotizante lo que justifica la existencia de un protocolo que facilite la aproximación diagnóstica con un correcto uso de estudios diagnóstico no invasivos complementarios, como lo es el uso del ultrasonido. Este estudio en esencia pretende generar evidencia de la utilidad del ultrasonido en este contexto.

A pesar de que existe abundante evidencia de los beneficios de la evaluación ecográfica de la enterocolitis necrotizante en el recién nacido, su uso no está protocolizado en la gran mayoría de unidades de atención neonatal a nivel internacional, especialmente en países en vía de desarrollo como Nicaragua.

Relevancia teórica

La información disponible hasta la fecha sobre la utilidad del ultrasonido proviene de estudios internacionales. A nivel nacional no se cuenta con información sobre la capacidad del US en relación a la caracterización imagenológica de la presentación de la ECN en recién nacidos de nuestro medio, ni se cuenta con información de la capacidad diagnóstica del US en relación a la radiografía de abdomen, tampoco con información sobre la utilidad del US en la identificación de hallazgos relevantes que pueden predecir la evolución.

En este sentido, este estudio es un estudio pionero en Nicaragua, ya que la información sobre este aspecto es inexistente y pretende contribuir con información confiable sobre la utilidad del ultrasonido en el abordaje de la enterocolitis necrotizante en el recién nacido que es atendido en los hospitales nicaragüenses.

Relevancia clínica para el diagnóstico y seguimiento

El US tiene el potencial de caracterizar el estado del tracto intestinal con más detalle que la modalidad de imagen tradicional que es la radiografía simple de abdomen.

El ultrasonido abdominal tiene ventajas sobre la radiografía simple de abdomen, ya que proporciona imágenes, en tiempo real, de las estructuras abdominales, pudiendo así evaluar la presencia y validez de la peristalsis de las asas intestinales; permite detectar la

presencia de cantidades incluso mínimas de líquido en la cavidad peritoneal no detectable con rayos X estándar; permite detectar con precisión el grosor de la pared intestinal y evaluar la presencia, ausencia o reducción de la perfusión de la pared. Por otro lado, en las primeras etapas de la ECN, cuando los rayos X pueden mostrar solo una distensión de asa inespecífica, la ecografía muestra signos directos y más específicos.

Un argumento clave que refuerza la justificación de este estudio, es que el uso del ultrasonido contribuirá a disminuir la exposición a radiaciones debido al menor uso de la radiografía, que en muchos protocolos incluso está indicada cada 6 horas, en el recién nacido hasta que se instaure un manejo definitivo.

Relevancia clínica para el manejo y evolución del recién nacido

El uso del ultrasonido mejora la certeza diagnóstica, minimiza los falsos positivos y aumenta el valor predictivo negativo, factores que son importantes para prevenir el tratamiento innecesario como la administración prolongada de antibióticos y nutrición parenteral, factores que a su vez también están asociados con malos resultados clínicos.

Por otro lado, un diagnóstico impreciso o tardío y el inicio del tratamiento de forma no oportuna se asocia a una evolución más desfavorable, al aumento de las complicaciones y de la mortalidad en el recién nacido.

Beneficios para la institución

El diagnóstico y manejo de la enterocolitis necrotizante y sus complicaciones se asocia a altos costos de atención en salud y a un exceso en el uso de recursos especializados e infraestructura. Por lo tanto, es necesario implementar estrategias costo efectivas que faciliten el uso racional de los recursos disponibles. Este aspecto es de especial relevancia para las unidades de salud con recursos limitados, como lo son los hospitales nicaragüenses. El US es una modalidad accesible, de bajo costo y la mejora en la certeza diagnóstica y del seguimiento impactará positivamente en la reducción de los costos asociados a la atención de la ECN en el recién nacido.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Caracterización

La modalidad de imagen en el diagnóstico de la ECN históricamente está representada por la radiografía simple de abdomen. Sin embargo, la ecografía (US), en los últimos años, está jugando un papel cada vez más importante en la evaluación de estadios tempranos y en el seguimiento de la enfermedad.

Delimitación

En Nicaragua no está protocolizado el uso del ultrasonido para el diagnóstico y seguimiento de la ECN en el recién nacido, ni se cuentan con estudios nacionales que generen evidencia sobre su utilidad en nuestro medio.

Formulación

Por lo tanto, en este estudio nos planteamos la siguiente pregunta o problema de investigación:

¿Cuál es la utilidad del ultrasonido para el diagnóstico y seguimiento de la enterocolitis necrotizante en recién nacidos ingresada en el servicio de neonatología del Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera, entre el 1 de enero y el 31 de agosto del 2019?

Preguntas de sistematización

1. ¿Cuáles son las características generales de los recién nacidos con diagnóstico de enterocolitis necrotizante atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, en estudio?
2. ¿Con que frecuencia se realizó y cuáles fueron los hallazgos del ultrasonido diagnóstico y de seguimiento en recién nacidos con enterocolitis, en estudio?
3. ¿Cuál es el grado de correspondencia entre los hallazgos ultrasonográficos y los hallazgos por radiografía simple de abdomen y la proporción de casos con hallazgos relevantes observados por US pero no por radiografía, en los recién nacidos con enterocolitis en estudio.
4. ¿Cuál es la asociación entre los hallazgos ultrasonográficos y la evolución clínica, en los recién nacidos con enterocolitis en estudio?

V. OBJETIVOS

5.1.Objetivo general

Evaluar la Utilidad del ultrasonido para el diagnóstico y seguimiento de la enterocolitis necrotizante, en recién nacidos ingresados en el servicio de neonatología del Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera, entre el 1 de enero y el 31 de agosto del 2019.

5.2.Objetivos específicos

1. Identificar las características generales de recién nacidos con diagnóstico de enterocolitis necrotizante atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.
2. Describir la frecuencia de realización y los hallazgos del ultrasonido diagnóstico y de seguimiento en recién nacidos con enterocolitis atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.
3. Determinar el grado de correspondencia entre los hallazgos ultrasonográficos y los hallazgos por radiografía simple de abdomen y la proporción de casos con hallazgos relevantes observados por ultrasonido, pero no por radiografía, en los recién nacidos con enterocolitis atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.
4. Establecer las asociaciones entre los hallazgos ultrasonográficos y la evolución clínica, en los recién nacidos con enterocolitis en estudio.

VI. MARCO TEÓRICO

La enterocolitis necrotizante (ECN) es una condición abdominal aguda común que se observa en el período neonatal. El diagnóstico precoz, que se basa en los hallazgos clínicos y de imagen, y la institución de una terapia rápida son esenciales para limitar la morbilidad y la mortalidad (Kim, 2018; Trinci et al., 2016).

El propósito de este marco teórico es resumir los conceptos actuales del papel del ultrasonido y de otras pruebas de imagen en neonatos con ECN. Es relevante reafirmar la importancia de la radiografía simple de abdomen como la modalidad de imagen estándar actual en esta entidad y también enfatizar el importante papel que puede desempeñar la ecografía. Se analizará en esta sección la fisiopatología, los hallazgos clínicos y las características de las imágenes representadas con la radiografía simple del abdomen y la ecografía abdominal en la ECN.(Caplan, 2019; Caplan et al., 2019; Isani et al., 2018; Morowitz, 2017; Neu, 2020; Niño et al., 2016)

6.1. Definición

La ECN se considera un espectro de enfermedad manifestada por lesión de la mucosa intestinal, invasión del tejido intestinal por microorganismos con una respuesta inflamatoria sustancial, neumatosis intestinal y necrosis coagulativa de la mucosa con hemorragia focal (ECN médica). Los casos más extremos incluyen la ruptura del intestino necrótico y la liberación del contenido intestinal en el peritoneo (ECN quirúrgica). Este fenotipo general de ECN se ha resumido clásicamente como ECN clase IIA o superior, de acuerdo con los criterios de estadificación de Bell modificados, los criterios utilizados en informes multicéntricos para resumir las tasas de ECN a nivel mundial durante décadas.(Caplan, 2019; Caplan et al., 2019; Gan & Li, 2018; Isani et al., 2018; Neu, 2020)

6.2. Epidemiología de la enterocolitis necrotizante

La ECN es una de las enfermedades gastrointestinales adquiridas y con mayor riesgo de muerte en el recién nacido, que afecta al 1% -5% de los ingresos en unidades de cuidados intensivos neonatales y hasta el 10% de los neonatos menores de 1500 g. No obstante,

aproximadamente el 10% de los neonatos con ECN nacen a término, y la cardiopatía congénita es el principal factor de riesgo en este grupo. Otros factores de riesgo incluyen asfixia perinatal, conducto arterioso persistente, terapia con indometacina y disminución del flujo umbilical en el útero. La ECN se manifiesta con mayor frecuencia dentro de la primera o segunda semana de vida. Sin embargo, el tiempo de presentación varía con la edad gestacional; en recién nacidos muy prematuros, la ECN puede manifestarse solo en la segunda o tercera semana de vida. (Ahle, 2017; Eaton, Rees, & Hall, 2017)

La ocurrencia actual de ECN es, de hecho, una manifestación del tremendo éxito alcanzado por los neonatólogos en su capacidad para mantener vivos a los bebés prematuros en edades gestacionales cada vez más tempranas, con estimaciones globales actuales de hasta 15 millones de bebés nacidos prematuros cada año, lo que representa 11 % de nacimientos vivos en todo el mundo. Solo en los EE. UU., La tasa de prematuridad es de aproximadamente el 10% de todos los nacimientos, con tasas tan altas como 13.23% en las personas negras de origen no hispano. (Ahle, 2017; Eaton et al., 2017)

Grandes estudios multicéntricos, basados en la población y en el hospital, coordinados por redes de investigación neonatal en Europa, América del Norte, Australia y Nueva Zelanda, han determinado que la incidencia de ECN

es de hasta el 13% entre los bebés nacidos ≤ 33 semanas de gestación o cuyo peso al nacer es $\leq 2,500$ g. (Ahle, 2017; Eaton et al., 2017)

Curiosamente, la incidencia de ECN entre los recién nacidos extremadamente prematuros en E.E.U.U. ha visto una estabilización o incluso una disminución de aproximadamente el 9% en la última década, una tendencia que podría reflejar una mayor vigilancia y la implementación de estrategias de alimentación estandarizadas. (Ahle, 2017; Eaton et al., 2017) El inicio de la enfermedad (desde la perspectiva de su patogénesis) se produce entre 27 y 34 semanas después de la concepción, con la mayor incidencia (13%) entre los lactantes con un peso al nacer $< 1,000$ g. En resumen, se puede afirmar que la incidencia de ECN es inversamente proporcional a la edad gestacional. Los bebés de 28 semanas o menos de edad gestacional y aquellos con un peso extremadamente bajo al nacer (menos de 1000 g) tienen un mayor riesgo de ECN. (Ahle, 2017; Eaton et al., 2017)

Un punto importante a señalar es que la supervivencia general no ha cambiado en las últimas cinco décadas y la mortalidad promedio por ECN es del 20-30%, con una mortalidad

de hasta el 50% en aquellos bebés que requieren tratamiento quirúrgico. Aunque la mayoría de los casos de ECN ocurren en bebés prematuros, un pequeño subconjunto de bebés nacidos a término o poco antes (es decir, ≥ 35 semanas de gestación) desarrollan signos y síntomas gastrointestinales similares a ECN, frecuentemente asociados con otras afecciones. (Ahle, 2017; Eaton et al., 2017)

A pesar de que no se ha establecido de manera concluyente predilección por el sexo, la raza o el origen étnico para ECN, se observa una mayor incidencia de enfermedad en bebés varones de ascendencia afroamericana que en cualquier otro grupo demográfico único, lo que podría estar relacionado con la mayor incidencia de prematuridad en esta demografía en comparación con la población general de los Estados Unidos. (Ahle, 2017; Eaton et al., 2017)

6.3. Factores de riesgo

Generalmente, tres factores se consideran necesariamente presentes para ECN: (1) un intestino inmaduro colonizado con microorganismos, (2) alimentos en el intestino y (3) un evento desencadenante que compromete la integridad de la barrera de la mucosa.

Factores de riesgo adicionales, no controlable por neonatólogos, incluye edad gestacional, peso al nacer y posiblemente variación genética. (Cotten, 2019)

Dicho esto, se toman múltiples decisiones durante la estadía en la UCIN de los recién nacidos prematuros. Las elecciones realizadas, particularmente en torno a la alimentación y el uso de medicamentos y el entorno que brindan los cuidadores e instituciones intensivos neonatales, influyen en los 3 factores del ECN, y muchas de estas elecciones han sido el objetivo de intervenciones llevada a cabo tanto por grupos multicéntricos, así como de esfuerzos realizados en un solo centro hospitalario. (Cotten, 2019)

Las modificaciones de la práctica incluyen aspectos de las estrategias de alimentación (cuando se inicia la alimentación y qué tan rápido se incrementa), controlar el uso de antibióticos y controlar el uso de antiácidos. (Cotten, 2019)

Además de las modificaciones de las prácticas y de consideraciones tales como cuándo comenzar la alimentación o suspender un tratamiento antibiótico empírico, la optimización del apoyo individual e institucional de forma universal e integral, que facilite la capacidad de la madre para proporcionar leche a su bebé, ha sido una modificación integral de la práctica diaria de los neonatólogos y una prioridad en los servicios de neonatología.

(Cotten, 2019)

Finalmente, las actividades y las decisiones de intervención con diversos grados de certeza de sus contribuciones al riesgo de ECN, como la práctica de transfusiones, la alimentación alrededor de transfusiones y el uso de probióticos, se han incluido en paquetes de atención dirigidos a la reducción de ECN, con diversos grados de éxito. (Cotten, 2019)

Factores relacionados con una mayor incidencia de ECN

Factores relacionados con el recién nacido

- Prematuridad (mayor riesgo con menor edad gestacional)
- Muy bajo peso al nacer (<1,500 g)
- Puntaje bajo de Apgar a los 5 minutos
- Alimentación con fórmula de
- Ventilación mecánica
- Defectos congénitos y/o Cardiopatía congénita
 - Conducto arterioso permeable
 - Gastrosquisis
- Intervenciones farmacológicas
 - Indometacina
 - Antagonistas del receptor H2 de histamina
 - Uso empírico prolongado de antibióticos (≥ 5 días)
 - Uso concomitante de indometacina y glucocorticoides.
 - Tocolisis de indometacina
- Anemia

Factores relacionados con la madre.

- Estado seropositivo para VIH
- Abuso ilícito de drogas (incluidos opiáceos, cannabinoides y cocaína)
- Corioamnionitis
- Parto vaginal

Fuente: Niño, D.F., Sodhi, C.P. & Hackam, D.J. Necrotizing enterocolitis: new insights into pathogenesis and mechanisms. Nature reviews Gastroenterology & hepatology 13, 590 (2016).

6.4.Fisiopatología

La etiología y patogenia de la ECN siguen siendo controvertidas. Se cree que la ECN es secundaria a una interacción compleja de múltiples factores, en particular la prematuridad, que produce daño a la mucosa, lo que conduce a isquemia intestinal y necrosis. (Caplan, 2019; Isani et al., 2018; Niño et al., 2016)

La lesión de la mucosa puede deberse a infección, contenido intraluminal, inmunidad inmadura, liberación de vasoconstrictores y mediadores inflamatorios. (Caplan, 2019; Isani et al., 2018; Niño et al., 2016)

La pérdida de integridad de la mucosa permite el paso de las bacterias y sus toxinas a la pared intestinal y luego a la circulación sistémica, lo que resulta en una respuesta inflamatoria generalizada y sepsis en las formas graves de ECN. (Caplan, 2019; Isani et al., 2018; Niño et al., 2016)

El proceso inflamatorio en ECN conduce a un aumento del flujo sanguíneo en el segmento intestinal afectado. Las bacterias penetran en la defensa de la mucosa y sus derivados del metabolismo conducen a la formación de gas intramural. A medida que avanza la ECN, el factor activador de plaquetas producido por las células y bacterias inflamatorias propaga la cascada inflamatoria, principalmente la de las citoquinas y el complemento, lo que lleva a una participación transmural extensa. (Caplan, 2019; Isani et al., 2018; Niño et al., 2016)

Eventualmente, hay un compromiso de la microvasculatura de tal manera que ocurren cambios isquémicos en el tejido. Finalmente, la pared intestinal no perfundida sufre una necrosis, que puede ser tan grave que se produce desprendimiento de la pared intestinal, lo que produce un adelgazamiento de la pared intestinal y, en última instancia, una perforación. (Caplan, 2019; Isani et al., 2018; Niño et al., 2016)

6.5.Hallazgos clínicos

El diagnóstico clínico de ECN a menudo es un desafío, ya que la presentación puede variar considerablemente, con frecuencia es inespecífica y puede ser indistinguible de la sepsis neonatal. Los síntomas relacionados con el tracto gastrointestinal incluyen intolerancia a la alimentación, vómitos, diarrea y sangre en las heces. Sin embargo, también puede haber

síntomas generalizados inespecíficos, como letargo, inestabilidad de la presión arterial y la temperatura, y apnea. Los signos físicos incluyen distensión abdominal y, en casos más avanzados, asas intestinales distendidas y palpables y eritema y edema de la pared abdominal. Los recién nacidos con enfermedad grave pueden incluso presentarse con shock. (Caplan, 2019; Caplan et al., 2019; Morowitz, 2017)

La pronta instauración de la terapia, que incluye reposo intestinal con sonda orogástrica, antibióticos e hidratación adecuada (nutrición parenteral total), es esencial para limitar la progresión clínica y el desarrollo de complicaciones. El deterioro clínico puede deberse a sepsis generalizada o necrosis intestinal, que puede progresar a perforación y al desarrollo de peritonitis o abscesos intraabdominales. La perforación intestinal se produce en el 12% al 31% de los pacientes. (Caplan, 2019; Caplan et al., 2019; Morowitz, 2017)

Un desafío continuo tanto para el cirujano como para el radiólogo es la determinación de cuándo es el momento más apropiado para la intervención quirúrgica en los recién nacidos que no responden a la terapia médica o que han desarrollado complicaciones.

El neumoperitoneo es el único signo radiológico que se ha aceptado universalmente como una indicación para la intervención quirúrgica, y esto se complica por el hecho de que no todos los neonatos con necrosis intestinal y perforación tienen gas libre en la radiografía simple del abdomen.

La tasa de mortalidad general en ECN es de entre 20% y 40% y es más alta en neonatos de muy bajo peso al nacer. La mortalidad aumenta a 64% para el bebé de muy bajo peso al nacer una vez que se ha producido la perforación. Debido a la mayor tasa de mortalidad después de la perforación, la detección temprana de asas del intestino severamente isquémicas o necróticas antes de que ocurra la perforación podría mejorar potencialmente la morbilidad y la mortalidad en la ECN. (Eaton et al., 2017; Isani et al., 2018; Neu, 2020)

Por lo tanto, las pruebas de imagen, en especial el US, pueden desempeñar un papel importante en este sentido.

6.6.Modalidades de imagen

Las modalidades de imagen que se utilizan en los recién nacidos durante la fase activa de la ECN incluyen la radiografía simple de abdomen y la ecografía abdominal. Los estudios

que han evaluado el uso de exámenes de contraste del tracto gastrointestinal, tomografía computarizada y resonancia magnética no se abordarán, ya que no se ha encontrado que estas modalidades sean útiles en la práctica clínica.(Esposito et al., 2017)

6.6.1. Radiografía simple del abdomen

La radiografía simple de abdomen es la modalidad de elección actual para la evaluación de los recién nacidos sospechosos de tener ECN. El momento del seguimiento de las radiografías simples de abdomen depende de la gravedad de la ECN y puede variar de 6 a 24 horas. Sin embargo, también se requieren radiografías simples de abdomen en cualquier momento de deterioro clínico agudo. En aquellos pacientes que se están resolviendo clínicamente, el intervalo de tiempo entre las radiografías simples de abdomen puede prolongarse progresivamente.(Chen et al., 2018; Esposito et al., 2017; Gasque-Góngora, 2015; Raghuveer et al., 2019; Santos, Mezzacappa, & Alvares, 2018; Tracy et al., 2020)

En el momento del diagnóstico, la radiografía abdominal simple debe incluir una imagen obtenida con un haz vertical con el paciente en posición supina y una segunda imagen obtenida con un haz horizontal. Es preferible obtener una vista de tabla cruzada con el paciente aún en posición supina, ya que esto tiene la ventaja de que uno no tiene que mover a estos pacientes enfermos y con frecuencia inestables.

Se requieren vistas de haz tanto verticales como horizontales para el seguimiento en las primeras 48 horas posteriores al diagnóstico, ya que la gran mayoría de las perforaciones se producen en este marco de tiempo. Después de esto, las vistas de haz vertical solo pueden ser suficientes a menos que haya una preocupación específica por la perforación. (Chen et al., 2018; Esposito et al., 2017; Gasque-Góngora, 2015; Raghuveer et al., 2019; Santos et al., 2018; Tracy et al., 2020)

Las principales observaciones que se deben realizar en la radiografía simple del abdomen se relacionan principalmente con la presencia, la cantidad y la distribución de gas, que incluye gas intraluminal, gas intramural, gas venoso portal y gas intraperitoneal libre. A partir de las observaciones del gas intraluminal, a veces es posible hacer inferencias con respecto a la presencia de engrosamiento de la pared intestinal, líquido libre y colecciones de líquido focal. (Chen et al., 2018; Esposito et al., 2017; Gasque-Góngora, 2015; Raghuveer et al., 2019; Santos et al., 2018; Tracy et al., 2020)

6.6.2. Ultrasonido abdominal

Las principales ventajas de la ecografía abdominal (US) en la ECN son que proporciona, en tiempo real, imágenes directas de las estructuras abdominales, particularmente del intestino y del líquido en la cavidad peritoneal. (Esposito et al., 2017; Lok et al., 2018; Wang et al., 2016)

El US abdominal puede representar los patrones de gases en el abdomen que se describen en la sección de radiografía simple del abdomen. Aunque hay datos limitados disponibles, se considera que, si se presta una atención meticulosa a la técnica, el US abdominal es de hecho más sensible que la radiografía simple de abdomen para detectar gas intramural, gas venoso portal e incluso gas libre.

Por otro lado, el US abdominal ofrece varias ventajas claras ya que tiene la capacidad de representar, mucho mejor que la radiografía simple del abdomen, el grosor y la ecogenicidad de la pared intestinal, así como las colecciones de fluidos libres y focales y su carácter simple o complejo.

Además, el US en tiempo real puede representar algunas características que la radiografía simple de abdomen no puede representar en absoluto. Estos incluyen la capacidad de representar peristalsis y la capacidad de la imagen Doppler color para mostrar la presencia o ausencia de perfusión de la pared intestinal. (Esposito et al., 2017; Lok et al., 2018; Wang et al., 2016)

El US abdominal tiene algunas limitaciones relativas. Grandes cantidades de gas intestinal pueden dificultar la evaluación ecográfica del abdomen, aunque se ha observado que esto es un problema solo en cantidades pequeñas de neonatos con ECN.

Faingold et al encontraron que las ecografías Doppler no se podían interpretar debido a las grandes cantidades de gas intestinal en solo dos de 32 neonatos con ECN o con riesgo de ECN. (Esposito et al., 2017; Lok et al., 2018; Wang et al., 2016)

Las otras limitaciones se relacionan con la condición del paciente. El US abdominal no debe intentarse en un neonato que sea lábil o inestable, y se sugiere abstenerse de realizar US abdominal si la sensibilidad abdominal es tal que mantener el transductor en el abdomen causa molestias severas al paciente. Sin embargo, el uso de una gran cantidad de gel en la

pared abdominal puede facilitar la realización del estudio al permitir obtener imágenes sin que el transductor toque la pared abdominal. (Esposito et al., 2017; Lok et al., 2018; Wang et al., 2016)

En el US abdominal, los hallazgos de engrosamiento o adelgazamiento de la pared intestinal, falta de peristalsis y anomalías de la perfusión se encuentran con mayor frecuencia en la parte inferior del abdomen, especialmente en el cuadrante inferior derecho. En el seguimiento con US abdominal en pacientes más gravemente afectados, estas apariencias intestinales pueden no cambiar y aparecer fijas. (Aliev et al., 2017; Deeg, 2019; Guang et al., 2019; Kim, 2019)

6.7.Hallazgos de imagen por ultrasonido abdominal

6.7.1. Patrón de gas intestinal

En los neonatos normales, el gas suele estar presente en la mayoría de los casos a través de todo el intestino (tanto grueso como delgado) y cada asa intestinal llena de gas causa una impresión en las asas adyacentes. Las asas desarrollan una configuración multifacética, dando al patrón de gas en apariencia de "mosaico". El intestino delgado y grueso puede ser imposible de diferenciar. Sin embargo, en muchos neonatos normales, todo el intestino puede no estar lleno de gas y, además, la dilatación del intestino con la retención del patrón de mosaico no significa necesariamente que sea anormal. La dilatación con pérdida del patrón de mosaico y el desarrollo de asas redondeadas o alargadas es mucho más sugestivo de que existe una anomalía.(Cuna, Lee, et al., 2018; Cuna, Reddy, et al., 2018; Chen et al., 2019; Lok et al., 2018; Wang et al., 2016)

En la ECN, la dilatación intestinal es un hallazgo inespecífico que se aprecia mejor en la radiografía simple del abdomen y puede ser el único signo presente en muchos pacientes con formas leves o graves de la enfermedad. La dilatación generalmente se debe a un íleo y puede ser generalizada o focal, dependiendo de la extensión de la afectación intestinal. Es el signo más común, ya que está presente en más del 90% de los pacientes, y el 10% restante muestra solo alteraciones menores o no específicas del patrón de gases intestinales. La dilatación del intestino es un signo temprano y puede incluso preceder a las características

clínicas de la ECN por varias horas. Además, el grado de dilatación generalmente se correlaciona bien con la gravedad clínica de la enfermedad y la distribución de las asas dilatadas en los exámenes en serie está relacionada con la progresión clínica. La resolución de la ECN se asocia con el intestino dilatado que vuelve gradualmente a una apariencia más normal. La persistencia de la dilatación o un cambio que no sea en la dirección normal sugiere un fracaso de la respuesta a la terapia médica o el deterioro. Un signo ominoso es el cambio de la dilatación generalizada a una distribución asimétrica, donde la dilatación se limita a un área más localizada del abdomen. Es aún más preocupante si el patrón asimétrico persiste y las asas dilatadas mantienen el mismo patrón. Esto sugiere el desarrollo de necrosis de espesor total y puede preceder al deterioro clínico, incluidos los signos de peritonitis. Por estas razones, el grado y el patrón de dilatación intestinal son los signos más importantes para el diagnóstico temprano y para el seguimiento. (Cuna, Lee, et al., 2018; Cuna, Reddy, et al., 2018; Chen et al., 2019; Lok et al., 2018; Wang et al., 2016)

Se debe enfatizar que la distensión intestinal por sí sola no es específica y también puede estar presente en neonatos prematuros (especialmente peso muy bajo al nacer) que son intolerantes a la alimentación, neonatos con íleo (debido a sepsis o desequilibrio electrolítico) y aquellos que están recibiendo ventilación a presión positiva continua o posterior a la reanimación. (Cuna, Lee, et al., 2018; Cuna, Reddy, et al., 2018; Chen et al., 2019; Lok et al., 2018; Wang et al., 2016)

Aunque el US abdominal puede representar el gas intestinal intraluminal, no muestra el patrón de distensión gaseosa, así como la radiografía simple de abdomen. Sin embargo, en aquellos pacientes en los que hay escasez de gas intestinal en las radiografías abdominales simples, el US abdominal puede usarse fácilmente para determinar si el intestino es normal y está vacío y colapsado o si hay distensión debido a un aumento del líquido intraluminal. (Cuna, Lee, et al., 2018; Cuna, Reddy, et al., 2018; Chen et al., 2019; Lok et al., 2018; Wang et al., 2016)

6.7.2. Gas intramural

El gas intramural también es un signo temprano que puede preceder a los signos clínicos. Aunque el gas intramural puede estar presente en otras condiciones neonatales, es más frecuente en ECN y, por lo tanto, se ha considerado un signo virtualmente

patognomónico de ECN. Sin embargo, el gas intramural no está presente en todos los casos de ECN; la incidencia varía en las series informadas de 19% a 98%. En el entorno clínico de la ECN, la presencia de gas intramural confirma el diagnóstico de ECN; si no está presente, el paciente aún puede tener ECN y debe iniciarse el tratamiento si los hallazgos clínicos lo sugieren. (Faingold, 2018; Staryszak et al., 2016; van Druten, Khashu, Chan, Sharif, & Abdalla, 2019)

El gas intramural es más frecuente en el intestino delgado distal y en el intestino grueso y, por lo tanto, se observa con mayor frecuencia en el cuadrante inferior derecho. Sin embargo, puede afectar a cualquier parte del tracto gastrointestinal, incluidos el estómago y el recto, a veces incluso en forma aislada. (Faingold, 2018; Staryszak et al., 2016; van Druten et al., 2019)

La cantidad de gas intramural presente no siempre se relaciona con la gravedad clínica de la ECN en ningún paciente en particular, y la desaparición del gas intramural no siempre se correlaciona con la mejoría clínica. Incluso grandes cantidades de gas intramural pueden aparecer y desaparecer rápidamente (en cerca de 12 horas).

En las radiografías simples de abdomen, el gas intramural puede ser difuso o localizado y aparece como radiolucencias lineales o redondeadas. Las lucencias lineales suelen aparecer curvilíneas; representan gas intramural en la subserosa y aparecen como líneas negras en la radiografía, que en ocasiones se pueden confundir con asas intestinales superpuestas llenas de gas. Una pista para diferenciar el gas intramural de las asas superpuestas son las líneas blancas que a menudo acompañan las líneas negras del gas intramural. Las líneas blancas representan la mucosa y la submucosa, que se levantan de la serosa y se contrastan con el gas intramural subseroso y el gas intraluminal. Una búsqueda de líneas blancas en lugar de líneas negras a menudo puede ser más fructífera para ayudar a confirmar la presencia de gas intramural. Las lucencias redondeadas representan gas intramural en la submucosa y cuando son extensas pueden tener un aspecto burbujeante, que no debe confundirse con heces intraluminales. (Faingold, 2018; Staryszak et al., 2016; van Druten et al., 2019)

El US abdominal describe el gas intramural como focos hiperecoicos en la pared intestinal. La cantidad de gas intramural puede variar considerablemente de los focos hiperecoicos solos o dispersos en la pared para completar la afectación circunferencial de la

pared de uno o varias asas intestinales. Grandes cantidades de gas intramural pueden dar a la pared un aspecto moteado o granular, que puede confundirse con una calcificación densa. Sin embargo, este último generalmente tiene una sombra acústica posterior mucho más aguda que el gas intramural. Las pequeñas cantidades de gas intramural en las porciones no dependientes de un asa intestinal deben diferenciarse de las pequeñas cantidades de gas intraluminal que flotan entre el líquido intraluminal y la porción no dependiente de la pared intestinal. Es menos probable que las pequeñas cantidades de gas intramural se confundan con el gas intraluminal cuando está involucrada la parte dependiente de la pared intestinal. En contraste con el gas intraluminal, el gas intramural no cambiará de posición debido a peristalsis, movimientos respiratorios, cambios en la posición del paciente o compresión abdominal con el transductor. (Faingold, 2018; Staryszak et al., 2016; van Druten et al., 2019)

6.7.3. Gas venoso portal

La causa más común de gas venoso portal en neonatos es el paso de pequeñas cantidades de gas a través de un catéter venoso umbilical en ausencia de ECN. En ECN, el gas venoso portal es una extensión del gas intramural que ingresa a las venas de la pared intestinal y pasa al sistema venoso portal. La cantidad de gas venoso portal no siempre está relacionada con la cantidad de gas intramural presente, y el gas venoso portal puede ser más obvio que el gas intramural. Se notificó gas venoso portal en las radiografías simples del abdomen en hasta el 30% de los recién nacidos con ECN, y generalmente, pero no siempre, los casos más gravemente afectados. El gas venoso portal no siempre se asocia con un desenlace fatal. (Cuna, Lee, et al., 2018; Deeg, 2019; Esposito et al., 2017; Isani et al., 2018; Lok et al., 2018)

El gas venoso portal no es una señal tan temprana como el gas intramural. Sin embargo, al igual que el gas intramural, el gas venoso portal puede aparecer y desaparecer rápidamente, y es posible que en muchos casos se pierda. Su desaparición no siempre se asocia con mejoría clínica. (Aliev et al., 2017; Bohnhorst, 2013; Epelman et al., 2007; Gasque-Góngora, 2015; Kim, 2019)

En una radiografía abdominal en posición supina, el gas venoso portal aparece como vasos radiotransparentes lineales y ramificados que pueden extenderse desde la región de la vena porta principal hacia la periferia de ambos lóbulos hepáticos, y la extensión depende de

la cantidad de gas venoso portal presente. Ocasionalmente, se aprecia más fácilmente en la vista lateral transversal del abdomen que en la vista supina. El gas venoso portal debe diferenciarse del gas en el árbol biliar, que es poco frecuente en el período neonatal y se ubica más centralmente en los conductos más grandes, en contraste con el gas venoso portal, que puede extenderse más periféricamente. (Aliev et al., 2017; Bohnhorst, 2013; Epelman et al., 2007; Gasque-Góngora, 2015; Kim, 2019)

En el US abdominal, se puede observar gas venoso portal en la vena porta principal y sus ramas principales como focos ecogénicos intraluminales que se mueven con el flujo sanguíneo. La exploración con ecografía Doppler de estos vasos revelará un artefacto típico en el análisis espectral causado por el gas en la sangre, que se puede apreciar audiblemente como un crujido y visualmente en el trazado espectral como picos bidireccionales agudos del cambio Doppler superpuestos en las formas de onda venosa portal. En las ramas portales intraparenquimales más pequeñas, el gas venoso portal se ve como focos hiperecoicos que, cuando son suficientes, forman un patrón lineal de ramificación. Este patrón puede verse de manera difusa en todo el hígado o puede tener una distribución más focal en cada lóbulo. (Aliev et al., 2017; Bohnhorst, 2013; Epelman et al., 2007; Gasque-Góngora, 2015; Kim, 2019)

6.7.4. Gas Intrapertoneal Libre

El gas libre en la cavidad peritoneal es el resultado de la perforación intestinal, que ocurre con mayor frecuencia en el íleon distal y el colon proximal. Es la única indicación radiológica aceptada universalmente para la intervención quirúrgica. (Aliev et al., 2017; Bohnhorst, 2013; Epelman et al., 2007; Gasque-Góngora, 2015; Kim, 2019)

La radiografía simple de abdomen ha sido el método estándar para la detección de la presencia de gas libre. La vista obtenida con el haz horizontal es particularmente útil para detectar pequeñas cantidades de gas. (Aliev et al., 2017; Bohnhorst, 2013; Epelman et al., 2007; Gasque-Góngora, 2015; Kim, 2019)

En la vista lateral de la mesa transversal, el gas libre puede aparecer como lucencias triangulares entre asas de intestino anteriormente justo debajo de la pared abdominal o como pequeñas burbujas o acumulaciones de gas lineales anteriores al hígado. En la vista del

decúbito lateral izquierdo, pueden verse pequeñas cantidades de gas entre el lóbulo derecho del hígado y la pared abdominal lateral derecha. Sin embargo, desde una perspectiva supina, grandes cantidades de gas pueden dar lugar al signo de "fútbol", donde el gas describe la totalidad de la cavidad peritoneal, la superficie inferior del diafragma y el ligamento falciforme (el cordón del balón). Pequeñas cantidades de gas libre pueden dar lugar a lucidez debajo del diafragma sin dar lugar al signo de fútbol en toda regla. Incluso en la vista supina, se pueden detectar cantidades más pequeñas de gas libre cuando se delimitan ambos lados de la pared intestinal (signo de Rigler). (Aliev et al., 2017; Bohnhorst, 2013; Epelman et al., 2007; Gasque-Góngora, 2015; Kim, 2019)

A pesar de que el método estándar utilizado para detectar el gas libre no es el US abdominal, esta modalidad puede identificar grandes o pequeños volúmenes de gas libre. Los volúmenes pequeños pueden detectarse como focos hiperecoicos con sombras sucias ya sea entre la superficie anterior del hígado y la pared abdominal, entre los intestinos o flotando en el fluido peritoneal libre justo a la pared abdominal. En ocasiones, es posible visualizar pequeños focos hiperecoicos de gas libre que se escapan de las asas intestinales necróticas y que se elevan hacia la parte no dependiente del líquido libre que se encuentra en la profundidad de la pared abdominal. Las grandes cantidades de gas libre pueden ser difíciles de diferenciar del gas intraluminal. Sin embargo, es posible diferenciar los dos, ya que las cantidades más grandes de gas libre aparecen como hojas de ecogenicidad justo en la parte profunda de la pared abdominal y no se ajustan a la forma de las asas intestinales como lo hace el gas intraluminal. Además, el gas libre no está sujeto a cambios en la forma debido a la peristalsis como lo está el gas intraluminal. (Aliev et al., 2017; Bohnhorst, 2013; Epelman et al., 2007; Gasque-Góngora, 2015; Kim, 2019)

6.7.5. Fluido abdominal

La primera ventaja importante del US abdominal en comparación con la radiografía abdominal simple es su capacidad para representar el líquido abdominal, ya sea intraluminal o extraluminal y si está libre en la cavidad peritoneal o una colección de líquido más localizada. Se debe enfatizar que una pequeña cantidad de líquido intraperitoneal libre es un hallazgo normal en neonatos normales.

Además, también se pueden observar mayores cantidades de líquido intraperitoneal

con otras afecciones no relacionadas con la ECN, como insuficiencia cardíaca y anasarca. (Aliev et al., 2017; Bohnhorst, 2013; Epelman et al., 2007; Gasque-Góngora, 2015; Kim, 2019)

La acumulación de líquido intraperitoneal libre se puede ver en los recién nacidos con ECN más grave con o sin perforación. La presencia de ecos o tabiques de bajo nivel dentro del fluido es más sugerente de perforación, ya que sugieren la presencia de pus o contenido intestinal. Sin embargo, estos hallazgos son inespecíficos y se deben correlacionar con otros hallazgos en US abdominal. (Aliev et al., 2017; Bohnhorst, 2013; Epelman et al., 2007; Gasque-Góngora, 2015; Kim, 2019)

Debe recordarse que la perforación puede estar asociada con la acumulación de líquido intraperitoneal en ausencia de gas libre en la radiografía simple del abdomen, y en este sentido, la US abdominal desempeña un papel importante, ya que es mucho más precisa en la descripción cantidades pequeñas o incluso mayores de líquido libre que la radiografía simple de abdomen. Además, el US abdominal puede representar acumulaciones de líquidos localizadas y formación de abscesos, que no se observan de forma infrecuente en la ECN grave. Los abscesos a menudo contienen tabiques y material ecogénico. (Aliev et al., 2017; Bohnhorst, 2013; Epelman et al., 2007; Gasque-Góngora, 2015; Kim, 2019)

6.7.6. Pared intestinal

Grosor, ecogenicidad y peristalsis.

Es difícil determinar el grosor de la pared intestinal a partir de los hallazgos de la radiografía abdominal simple en un neonato. Uno intenta hacer esto observando el patrón de gas intestinal y luego intentando de forma indirecta inferir el grosor de la pared al evaluar la distancia entre el gas intraluminal en dos asas adyacentes de intestino. (Cuna, Lee, et al., 2018; Esposito et al., 2017; Lok et al., 2018; Raghuveer et al., 2019; Tracy et al., 2020; Wang et al., 2016)

La observación es subjetiva y no hay mediciones estándar disponibles para comparación. Además, hay varios factores que complican la observación porque la distancia entre el gas en las asas adyacentes no se relaciona simplemente con el grosor de la pared

intestinal. (Cuna, Lee, et al., 2018; Esposito et al., 2017; Lok et al., 2018; Raghuveer et al., 2019; Tracy et al., 2020; Wang et al., 2016)

También depende de las cantidades de líquido intraluminal e interloop presente, ya que ambos pueden empujar el gas intraluminal visible más lejos, simulando el engrosamiento de la pared intestinal.

El adelgazamiento de la pared intestinal, un evento más grave en la ECN, es aún más difícil de definir en las radiografías simples del abdomen, si no imposible.

La segunda gran ventaja de la US abdominal en ECN es que es posible con esta modalidad visualizar directamente la pared intestinal y evaluar el grosor de la pared intestinal, la ecogenicidad y la peristalsis.

En los 30 neonatos normales estudiados por Faingold et al, el grosor de la pared intestinal osciló entre 1.1 y 2.6 mm (media, 1.72 mm; SEM, 0.05).

La ecogenicidad intestinal neonatal normal (denominada firma intestinal) mostró un borde o halo hipoeoico particularmente prominente, que se pensaba que representaba la musculatura propia. No hubo interferencia significativa por la presencia de gas intestinal. En 22 neonatos con ECN comprobada y ocho con riesgo de ECN estudiados por Faingold et al, se observó engrosamiento de la pared intestinal en los 30.

El adelgazamiento de la pared intestinal también se observó en ocho de estos, todos los cuales tenían ECN grave. La actividad peristáltica se perdió en todos los neonatos más gravemente afectados y en aproximadamente el 30% de los menos afectados. (Cuna, Lee, et al., 2018; Esposito et al., 2017; Lok et al., 2018; Raghuveer et al., 2019; Tracy et al., 2020; Wang et al., 2016)

Con el engrosamiento y el adelgazamiento de la pared intestinal, se pierde la ecogenicidad normal de la pared intestinal y puede ser difícil evaluar la pared intestinal a partir de los contenidos intraluminales ecogénicos en asas más gravemente afectadas. v

El engrosamiento de la pared intestinal se acompaña de un aumento en la ecogenicidad del espesor de la pared completa, a menudo asociado con un borde hiperecoico a lo largo de la mucosa dañada. (Cuna, Lee, et al., 2018; Esposito et al., 2017; Lok et al., 2018; Raghuveer et al., 2019; Tracy et al., 2020; Wang et al., 2016)

El engrosamiento y el aumento de la ecogenicidad de las válvulas conniventes del intestino delgado pueden dar lugar a un patrón de "cebra" en escala de grises. Sin embargo,

el engrosamiento de la pared intestinal asociado con un aumento de la ecogenicidad es un signo inespecífico, como también lo hemos visto en neonatos con otras causas de edema difuso en ausencia de inflamación o isquemia. (Cuna, Lee, et al., 2018; Esposito et al., 2017; Lok et al., 2018; Raghuveer et al., 2019; Tracy et al., 2020; Wang et al., 2016)

5.4.7. Perfusión de la pared del intestino (US Doppler)

La tercera ventaja importante de la US abdominal es la capacidad de esta modalidad para evaluar directamente la perfusión arterial de la pared intestinal, ya que esto no es posible con la radiografía simple de abdomen. Sobre la base de la perfusión, se puede inferir la viabilidad de las asas individuales. (Aliev et al., 2017; Deeg, 2019; Guang et al., 2019; Kim, 2019)

La evaluación en escala de grises consiste en la evaluación del peristaltismo, la ecotextura de la pared intestinal, el grosor de la pared y la presencia de neumatosis intestinal. Color Doppler US se utiliza para evaluar el flujo sanguíneo mural intestinal con un protocolo estándar y parámetros usando la frecuencia de repetición de pulso más baja posible sin “aliasing” o solapamiento y una ganancia de color de 40 o la configuración de ganancia de Doppler de color más alta sin artefactos de flash.

La velocidad se establece en 2–7 cm / s. Se determina que el flujo Doppler color está presente cuando las señales son reproducibles. (Faingold, 2018)

Las asas intestinales se exploran por la presencia o ausencia de flujo sanguíneo mural y se comparan con las asas adyacentes dentro de una región de interés (ROI).

Los patrones hiperémicos (patrón de cebra, apariencia "Y" y flujo circular) observados en lactantes con ECN e intestino viable son bastante obvios y fáciles de reconocer. (Faingold, 2018)

Cuando se identifican asas intestinales sin flujo sanguíneo mural, la configuración debe cambiarse a configuraciones más sensibles en un intento de detectar las velocidades más lentas posibles.

Es muy útil usar un ROI grande para comparar la perfusión de asas intestinales adyacentes con Doppler color. En caso de ausencia de perfusión de la pared intestinal, se recomienda el uso de un ROI más pequeño. (Faingold, 2018)

Se deben obtener imágenes estáticas de muestra en cada cuadrante donde se concentran la mayoría de las asas. También se deben obtener cine-loops o videos cortos. Los datos para cada cuadrante deben describirse por separado.

En caso de que la evaluación Doppler color no sea posible para un cuadrante específico debido a un aumento en el gas intestinal, esto debe mencionarse en el informe. (Faingold, 2018)

En la siguiente tabla se detallan los valores de referencia propuestos para la evaluación a través del ultrasonido Doppler. (Keats & Siström, 2002)

Valores de referencia

<p>Arteria celíaca</p> <ul style="list-style-type: none">• Velocidad pico sístole: 55 a 75 cm x seg.• Velocidad en fin de diástole 23 cm x seg.• Índice de resistencia 0.66-0.8. <p>Arteria mesentérica superior:</p> <ul style="list-style-type: none">• Velocidad pico sistólica 55-80 cm x seg.• Velocidad en fin de diástole 30 cm x seg.• Índice de resistencia 0.8. <p>Flujo mural:</p> <ul style="list-style-type: none">• Velocidad pico sistólica 8-12 cm x seg.• Velocidad en fin de diástole 4-6 cm x seg.• Índice de resistencia 0.62-0.67. <p>Diámetro de la luz intestinal</p> <ul style="list-style-type: none">• Delgado 10-15 mm• Grueso 15-20 mm

Fuente: Keats, T. E., & Siström, C. (2002). Atlas de Medidas Radiológicas (7 ed.): S.A. Elsevier España.

VII. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1. Tipo de estudio

Se llevó a cabo un estudio observacional, analítico, prospectivo de corte longitudinal, según los criterios de Rothman & Greenland (2008) y CDC (2017). Conocido también como estudio de correlación según Piura (2006) y Fernández Sampieri (2018).

7.2. Área y periodo de estudio

El estudio se llevó a cabo en el servicio de neonatología del Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera La Mascota, con pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos y cuidados intermedios entre el 1 de enero y el 31 de agosto del 2019.

7.3. Población de estudio (población fuente)

La población fuente corresponde al total de recién nacidos ingresados por enterocolitis necrotizante en el servicio de neonatología del Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera La Mascota.

7.4. Muestra

Debido al tipo de estudio y a que el total de paciente durante el período de estudio es limitado, se decide incluir a todos los casos que cumplieren los criterios diagnósticos de enterocolitis necrotizante. Esta muestra corresponde a 21 casos.

7.5. Criterios de selección

Criterios de inclusión:

- Recién nacido (<28 días de nacido)
- Ingresado en el periodo de estudio
- Ingresado en el servicio de neonatología

- Con diagnóstico de enterocolitis por criterios clínicos y radiológicos

Criterios de exclusión:

- Paciente con expediente no disponible
- Pacientes con datos clínicos incompletos.
- Pacientes con datos imagenológicos incompletos.
- Pacientes que no se les dio seguimiento en el Hospital

7.6. Técnicas y procedimientos para recolectar la información

7.6.1. Unidad de análisis

La unidad de análisis corresponde al paciente caso de estudio.

7.6.2. Fuente de información.

Las fuentes de información será una combinación de fuente primaria (el paciente caso de estudio) y secundaria (expediente clínico, revisión de historia clínica).

Métodos

Técnica: Revisión documental

7.6.3. Instrumento de recolección de la información

Diseño del instrumento y validación

Para la elaboración de la ficha se hará una revisión de la literatura y se consultaran médicos con experiencia en el tema, se procederá a elaborar una ficha preliminar (piloto) y esta será validada con 3 casos.

Una vez revisada y finalizada la ficha se procederá a la recolección de la información.

Composición del instrumento

El instrumento está conformado de preguntas cerradas, distribuidas en las siguientes grandes secciones:

1. Características del recién nacidos
 - a. Sexo
 - b. Edad gestacional
 - c. Peso al nacer
 - d. Días de nacido al ingreso hospitalario
2. Evolución clínica
 - a. Complicaciones
 - b. Intervención quirúrgica
 - c. Condición de egreso
 - d. Evolución global
3. Hallazgos detectados por radiografía simple de abdomen
4. Realización de US
 - a. Numero de US
 - b. Día de estancia al momento de la realización del primer US
 - c. Día de estancia al momento de la realización del segundo US
 - d. Día de estancia al momento de la realización del tercero US
5. Hallazgos de ultrasonido abdominal al diagnóstico
 - a. Hallazgos en escala de grises de US abdominal**
 - Gas en sistema porta
 - Líquido libre
 - Tipo de líquido libre
 - Neumoperitoneo
 - Colección
 - Tipo de colección
 - Peristalsis
 - Ecogenicidad de la pared intestinal

- Neumatosis
- Diámetro del intestino delgado (mm)
- Diámetro del intestino grueso (mm)
- b. Hallazgos del US Doppler**
- Flujiometria de la arteria mesentérica superior
 - PS de la AMS (cm/seg)
 - PD de la AMS (cm/seg)
 - IR de la AMS
- Flujiometria de la arteria celiaca
 - PS de la AC (cm/seg)
 - PD de la AC (cm/seg)
 - IR de la AC
- Vascularidad en la pared intestinal
 - PS (cm/seg)
 - PD (cm/seg)
 - IR

6. Hallazgos de ultrasonido abdominal al seguimiento

a. Hallazgos en escala de grises de US abdominal

- Gas en sistema porta
- Líquido libre
- Tipo de líquido libre
- Neumoperitoneo
- Colección
- Tipo de colección
- Peristalsis
- Ecogenicidad de la pared intestinal
- Neumatosis
- Diámetro del intestino delgado (mm)
- Diámetro del intestino grueso (mm)

b. Hallazgos del US Doppler

- Flujiometria de la arteria mesentérica superior

- PS de la AMS (cm/seg)
- PD de la AMS (cm/seg)
- IR de la AMS
- Flujometria de la arteria arteria celiaca
 - PS de la AC (cm/seg)
 - PD de la AC (cm/seg)
 - IR de la AC
- Vascularidad en la pared intestinal
 - PS (cm/seg)
 - PD (cm/seg)
 - IR

7.7.Técnicas y procedimientos para procesar y analizar la información

7.7.1. Creación de la base de datos

Basados en el instrumento de recolección se creó una plantilla para captura de datos y cada ficha fue digitalizada en una base de datos creada en el programa SPSS 23 (IMB Statistic 2015)

7.7.1. Estadística descriptiva

Las variables se describen dependiendo de su naturaleza.

- Las variables cualitativas o categóricas son descritas en términos de frecuencias absolutas (número de casos) y frecuencias relativas (porcentajes). Los datos son ilustrados en forma de barras.
- Las variables cuantitativas son descritas en términos de media, desviación estándar, mediana, cuartiles y rango. Los datos son ilustrados en forma de histogramas, diagramas de dispersión y diagramas de cajas.

Para el procesamiento de la estadística descriptiva se usará el programa SPSS 23 (IMB Statistic 2015)

7.7.2. Exploración de la utilidad de la evaluación ecográfica

Se entiende por utilidad de la evaluación ecográfica si se cumplen tres condiciones:

- 1) Los hallazgos de ultrasonido se correlacionan con los hallazgos de la prueba de imagen que se usa de forma convencional, que en este caso corresponde a la radiografía simple de abdomen;
- 2) Si el US logra detectar alteraciones que la radiografía no logro detectar; y
- 3) Si existen hallazgos del ultrasonido que permiten identificar o discriminar que pacientes tendrán una evolución desfavorable (asociación entre los hallazgos de US y la evolución de los recién nacidos)

Para evaluar la correlación entre dos variables cualitativas se aplicó la prueba de Chi Cuadrado o la prueba exacta de Fisher (según corresponda).

Para determinar la asociación entre una variable cualitativa y una variable cuantitativa se utilizó la prueba de T de Student o la prueba de Mann Whitney (según corresponda).

Para determinar el grado de correspondencia entre los hallazgos de US y de radiografía se utilizó el índice de Kappa.

Se consideró que hubo un resultado significativo cuando el valor de p de cada prueba sea <0.05 . Para la exploración de la asociación entre variables se usará el programa SPSS 23 (IMB Statistic 2015)

7.8.Consideraciones éticas

Durante el diseño y ejecución del trabajo investigativo, así como durante el análisis de la información, se siguieron los principios y recomendaciones de la Declaración de Helsinki para el desarrollo de investigaciones biomédicas. Por otro lado, se siguieron las recomendaciones éticas de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Se contó con el permiso de las autoridades docentes del hospital, del servicio de neonatología y del servicio de radiología.

7.9.Operacionalización de las variables

Objetivo general: Evaluar la Utilidad del ultrasonido para el diagnóstico y seguimiento de la enterocolitis necrotizante, en recién nacidos ingresados en el servicio de neonatología del Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera, entre el 1 de enero y el 31 de agosto del 2019.

Objetivo específico	Variables conceptual	Subvariable o Dimensiones	Variable operativa o Indicador	Técnicas de recolección de datos o información	Tipo de variables estadísticas	Categoría estadística
1. Identificar las características generales de recién nacidos con diagnóstico de enterocolitis necrotizante atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.	Características del recién nacido	Sexo del recién nacido	Sexo o característica sexual biológica basada en fenotipo al nacimiento	Revisión expediente clínico	Cualitativa nominal dicotómica	Femenino Masculino
		Edad gestacional al nacer (semanas)	Semanas gestacionales al nacer	Revisión expediente clínico	Cuantitativa discreta	Expresado en media (DE) y mediana (rango)
		Peso al nacer (gramos)	Peso en gramo al momento del nacimiento	Revisión expediente clínico	Cuantitativa discreta	Expresado en media (DE) y mediana (rango)
		Edad en días al diagnostico	Días de nacido al momento del diagnóstico	Revisión expediente clínico	Cuantitativa discreta	Expresado en media (DE) y mediana (rango)

Objetivo general: Evaluar la Utilidad del ultrasonido para el diagnóstico y seguimiento de la enterocolitis necrotizante, en recién nacidos ingresados en el servicio de neonatología del Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera, entre el 1 de enero y el 31 de agosto del 2019.

Objetivo específico	VARIABLES conceptuales	Subvariable o Dimensiones	Variable operativa o Indicador	Técnicas de recolección de datos o información	Tipo de variables estadísticas	Categoría estadística
2. Describir la frecuencia de realización y los hallazgos del ultrasonido diagnóstico y de seguimiento en recién nacidos con enterocolitis atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.	Frecuencia del US abdominal	Numero de US	Numero de US realizados durante la estancia hospitalaria	Reporte de ultrasonido	Cuantitativa discreta	Expresada en media (DE) y mediana (Rango)
		Momento de realización del US	Día de estancia al momento de la realización de cada uno de los US	Reporte de ultrasonido	Cuantitativa discreta	Expresada en media (DE) y mediana (Rango)
	Hallazgos del US en escala de grises	Líquido libre	Presencia de fluido en la cavidad abdominal mayor al esperado fisiológicamente	Reporte de ultrasonido	Cualitativa nominal	Presente Ausente
		Tipo de líquido libre	Característica ecográfica de la composición del flujo	Reporte de ultrasonido	Cualitativa nominal dicotómica	Simple complejo
		Neumoperitoneo	Presencia de aire en la cavidad peritoneal detectada por ecografía	Reporte de ultrasonido	Cualitativa nominal dicotómica	Presente Ausente
		Colección	Presencia de colección de pus o exudado que se acumula en la cavidad abdominal	Reporte de ultrasonido	Cualitativa nominal dicotómica	Presente Ausente
		Tipo de colección	Característica ecográfica de la composición de la colección	Reporte de ultrasonido	Cualitativa nominal dicotómica	Simple complejo
		Ecogenicidad de la pared	hallazgo de ultrasonido donde la pared intestinal parece más	Reporte de ultrasonido	Cualitativa nominal	Presente Ausente

		intestinal aumentada	brillantes de lo esperado		dicotómica	
		Peristalsis	Movimiento ondulatorio de los músculos del intestino u otros órganos tubulares que se caracteriza por la contracción y relajación alternadas de los músculos que impulsan hacia adelante lo que contienen.	Reporte de ultrasonido	Cualitativa nominal dicotómica	Simple complejo
		Neumatosis	Presencia de gas en el interior de la pared intestinal y en el complejo venoso portomesentérico detectado por ecografía	Reporte de ultrasonido	Cualitativa nominal dicotómica	Presente Ausente
		Grosor de la pared	Ensanchamiento de la pared intestinal medida en mm a través de imagen ecográfica	Reporte de ultrasonido	Cuantitativa continua	Presente Ausente
		Diámetro del intestino delgado	Diámetro del lumen del intestino delgado medido en mm a través de imagen ecográfica	Reporte de ultrasonido	Cuantitativa continua	Expresada en media (DE) y mediana (Rango)
		Diámetro del intestino grueso (mm)	Diámetro del lumen del intestino grueso medido en mm a través de imagen ecográfica	Reporte de ultrasonido	Cuantitativa continua	Expresada en media (DE) y mediana (Rango)
	Hallazgos del US Doppler color	Flujometria de la arteria mesentérica superior	Medición de los siguientes parámetros de flujo: Velocidad pico sistólica 55-80 cm x seg. Velocidad en fin de diástole 30 cm x seg. Índice de resistencia 0.8.	Reporte de ultrasonido	Cuantitativa continua	Expresada en media (DE) y mediana (Rango)

		Flujometria de la arteria celiaca	Medición de los siguientes parámetros de flujo: Velocidad pico sístole: 55 a 75 cm x seg. Velocidad en fin de diástole 23 cm x seg. Índice de resistencia 0.66-0.8.	Reporte de ultrasonido	Cuantitativa continua	Expresada en media (DE) y mediana (Rango)
		Flujometria mural	Medición de los siguientes parámetros de flujo: Velocidad pico sistólica 8-12 cm x seg. Velocidad en fin de diástole 4-6 cm x seg. Índice de resistencia 0.62-0.67.	Reporte de ultrasonido	Cuantitativa continua	Expresada en media (DE) y mediana (Rango)

Objetivo general: Evaluar la Utilidad del ultrasonido para el diagnóstico y seguimiento de la enterocolitis necrotizante, en recién nacidos ingresados en el servicio de neonatología del Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera, entre el 1 de enero y el 31 de agosto del 2019.

Objetivo específico	Variables conceptuales	Subvariable o Dimensiones	Variable operativa o Indicador	Técnicas de recolección de datos o información	Tipo de variables estadísticas	Categoría estadística
3.Determinar el grado de correspondencia entre los hallazgos ultrasonográficos y los hallazgos por radiografía simple de abdomen y la proporción de casos con hallazgos relevantes observados por US pero no por radiografía, en los recién nacidos con enterocolitis atendidos en	Hallazgos radiográficos	Distensión de asas (íleo)	Dilatación de asas intestinales, tanto de colon como de intestino delgado	Reporte de radiografía	Cualitativa nominal dicotómica	Presente Ausente
		Mala distribución de gas	Distribución anormal de los gases en el intestino	Reporte de radiografía	Cualitativa nominal dicotómica	Presente Ausente
		Edema Interasa	La pared de las asas del intestino delgado se engruesa debido a la fuerza de la distensión y si se unen a otra pared engrosada forman un borde más grueso	Reporte de radiografía	Cualitativa nominal dicotómica	Presente Ausente
		Neumatosis intestinal	Entidad clínica que se describe como la presencia de gas en el interior de la pared intestinal y en el complejo venoso portomesentérico a modo de quistes aéreos sin revestimiento epitelial (rodeados o no por un infiltrado granulomatoso) con células gigantes	Reporte de radiografía	Cualitativa nominal dicotómica	Presente Ausente

el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.			multinucleadas.			
		Neumoperitoneo	Presencia de aire en la cavidad peritoneal	Reporte de radiografía	Cualitativa nominal dicotómica	Presente Ausente
	Utilidad del US en comparación con la radiografía simple de abdomen	Grado de correspondencia	Número de casos en lo que el hallazgo por US coincide o es equivalente al hallazgo por radiografía	Reporte de US y de radiografía	Cualitativa nominal	Baja (<50%) Media (51 a 70%) Alta (>70%)
		Proporción de casos hallazgos detectados solo por US	Hallazgo relevante que no es detectado a través de radiografía simple de abdomen pero si a través de US	Reporte de US y de radiografía	Cualitativa nominal dicotómica	Bajo (<5%) Moderado (5 a 9%) Alta (≥10%)
		Correlación	Significancia estadística de la relación entre los hallazgos observado por el US y los hallazgos observado a través de radiografía simple de abdomen	Reporte de US y de radiografía	Cualitativa nominal dicotómica	Significativa No significativa

Objetivo general: Evaluar la Utilidad del ultrasonido para el diagnóstico y seguimiento de la enterocolitis necrotizante, en recién nacidos ingresados en el servicio de neonatología del Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera, entre el 1 de enero y el 31 de agosto del 2019.

Objetivo específico	Variables conceptuales	Subvariable o Dimensiones	Variable operativa o Indicador	Técnicas de recolección de datos o información	Tipo de variables estadísticas	Categoría estadística
Establecer las asociaciones entre los hallazgos ultrasonográficos y la evolución clínica, en los recién nacidos con enterocolitis en estudio.	Evolución clínica	Intervención quirúrgica	Necesidad de intervención quirúrgica como tratamiento de la enterocolitis necrotizante	Ficha de recolección a través de revisión del expediente clínico	Cualitativa nominal dicotómica	Si No
		Condición de egreso	Tipo de egreso hospitalario del recién nacido con ECN	Ficha de recolección a través de revisión del expediente clínico	Cualitativa nominal dicotómica	Fallecido Vivo
		Evolución global	Ocurrencia o ausencia de complicaciones mayores, necesidad de cirugía o fallecimiento del recién nacido durante su estancia hospitalaria	Ficha de recolección a través de revisión del expediente clínico	Cualitativa nominal dicotómica	Favorable Desfavorable

VIII. RESULTADOS

8.1.Resultados del objetivo 1

En cuanto a las características generales del recién nacido, se observó que respecto al sexo eran femenino 52.4% (n=11) y masculino 47.6% (n=10). Con relación al peso al nacer, se encontró la siguiente distribución de 1000gr - \leq 1500 gr 9.5% (n=2), de >1500 a \leq 2500 gr 33.3% (n=7) y >2500 57.1% (n=12). Por otro lado, fueron prematuros moderados (32-33 semanas) 4.8% (n=1) y prematuros tardíos (34-36 semanas) 23.8% (n=5), a término (\geq 37 a 40 semanas) 66.7% (n=14) y post término (>40 semanas) 4.8% (n=1). En cuanto a los días de nacido al ingreso entre 1 a 2 días de nacido 23.8% (n=5), 3 a 7 días de nacido 19% (n=4), de 8 a 21 días 14.3% (n=3) y >21 días 42.9% (n=9). (Ver cuadro 1)

8.2.Resultados del objetivo 2

En cuanto a la frecuencia del ultrasonido diagnóstico y de seguimiento de la ECN de los recién nacidos atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera se observó lo siguiente: En los 21 casos estudiados se realizó al menos 1 ultrasonido abdominal diagnóstico, en 9 casos se realizó un segundo ultrasonido de seguimiento y en 1 caso se realizó un tercer ultrasonido de seguimiento. (Ver cuadro 2A)

La media de numero de US abdominales realizados fue de 1.5 (\pm 0.6) veces con una mediana de 1 (rango de 1 a 3). El US diagnostico se realizó en promedio a los 1.6 días de estancia (\pm 0.7) con una mediana de 1 día (rango de 1 a 3 días). (Ver cuadro 2A)

En los 9 casos en que si se realizó US de seguimiento este se hizo en promedio a los 3.3 (\pm 1.4) días con una median de 3 días (rango de 2 a 6 días). En el único caso en que se hizo un tercer US este se realizó a los 12 días de estancia hospitalaria. (Ver cuadro 2A)

Respecto a los hallazgos del primer ultrasonido (diagnostico) se observó que en el 100% de los casos se detectó al menos 1 hallazgo ultrasonográfico sugestivo de ECN. (Ver cuadro 2B)

El US diagnóstico reveló que en 47.6% (n=10) se observó líquido libre y de estos en 2 casos era tipo complejo y en 8 casos era tipo simple). En 9.5% (n=2) de los casos se observó neumoperitoneo y en 4.8% (n=1) se observó colección de tipo compleja. En el 52.4% (n=11) se observó ecogenicidad de la pared intestinal aumentada y en 14.3% (n=3) se observó neumatosi. (Ver cuadro 2B).

Por otro lado, la media (desviación estándar) del grosor y diámetros intestinales fueron los siguientes: Grosor de la pared (mm) 2.97 (± 1.1), Diámetro del intestino delgado (mm) 17.24 (± 2.57) y Diámetro del intestino grueso (mm) 22.43 (± 7.35). (Ver cuadro 2C)

Respecto a los valores de flujometría determinados por US diagnóstico, se observaron los siguientes patrones (Ver cuadro 2C):

a) Media (desviación estándar) de los parámetros de flujometría de la arteria mesentérica superior: PS de la AMS (cm/seg) 49.52 (± 16.75), PD de la AMS (cm/seg) 12.9 (± 5.77) e IR de la AMS 0.72 (± 0.08). (Ver cuadro 2C)

b) Media (desviación estándar) de los parámetros de flujometría de la arteria celiaca: PS de la AC (cm/seg) 69 (± 27.54), PD de la AC (cm/seg) 19.29 (± 9.38) e IR de la AC 0.7 (± 0.08). (Ver cuadro 2C); y

c) Media (desviación estándar) de los parámetros de flujometría mural: PS (cm/seg) 9.10 (± 3.4), PD (cm/seg) 3.19 (± 1.17) e IR 0.68 (± 0.04). (Ver cuadro 2C)

Tomando en cuenta los valores de referencia para los parámetros de grosor y flujo, se observó que el grosor de la pared estaba disminuido en 0% de los casos, normal 47.4% y aumentado 52.6%. Respecto al diámetros del ID (mm) estaba disminuido en 0%, normal 23.8% y aumentado 76.2% y en cuanto al diámetro del IG (mm) estaba disminuido en 23.8%, normal en 19% y aumentado 57.1%.

En cuanto a la AMS la PS estaba disminuida en 71.4%, normal en 23.8% y aumentada en 4.8%. La PD estaba disminuido en 100%, normal en el 0% y aumentada en el 0%. El IR estaba disminuido en 85.7%, normal en 14.3% y 0% aumentado.

En relación a la AC la PS estaba disminuido en 23.8%, normal en 47.6% y aumentado en 28.6%. El PD estaba disminuido en 66.7%, normal en 9.5% y aumentado en 23.8% y el IR estaba aumentado en el 28.6%, normal en el 71.4% y aumentado en el 0%.

En cuanto al flujo mural, la PS estaba disminuido en el 38.1%, normal en el 47.6% y

aumentado en el 14.3%. La PD estaba disminuido en el 57.1%, normal en el 42.9% y aumentado en el 0%. El IR estaba aumentado en el 4.8%, normal en el 47.6% y disminuido en el 47.6%.

Respecto a los hallazgos en los casos en quienes se realizó un segundo US (n=9) también, el US de seguimiento revelo liquido libre en 22% (n=2), neumoperitoneo en 11.1% (n=1), ecogenicidad de la pared intestinal aumentada en 55.6% (n=5), neumatosis en 22% (n=2) y sin hallazgos alterados en 22% (n=2). (Ver cuadro 2D)

Por otro lado, la media (desviación estándar) del grosor y diámetros intestinales fueron los siguientes: Grosor de la pared (mm) 2.7 (± 0.47), diámetro del intestino delgado (mm) 17 (± 5.8) y diámetro del intestino grueso (mm) 24.3 (± 5.07). (Ver cuadro 2E)

Respecto a los valores de flujometria determinados por US de seguimiento (segundo US), se observaron los siguientes patrones (Ver cuadro 2E):

d) Media (desviación estándar) de los parámetros de flujometria de la arteria mesentérica superior: PS de la AMS (cm/seg) 53.78 (± 7.07), PD de la AMS (cm/seg) 13.78 (± 2.2) e IR de la AMS 0.69 (± 0.07). (Ver cuadro 2E)

e) Media (desviación estándar) de los parámetros de flujometria de la arteria celiaca: PS de la AC (cm/seg) 79.11 ($\pm 12,52$), PD de la AC (cm/seg) 222.56 (± 10.47) e IR de la AC 0.73 (± 0.08). (Ver cuadro 2E); y

f) Media (desviación estándar) de los parámetros de flujometria mural: PS (cm/seg) 12.2 (± 1.79), PD (cm/seg) 4.2 (± 0.83) e IR 0.67 (± 0.02). (Ver cuadro 2E)

8.3.Resultados del objetivo 3

En cuanto a los hallazgos por radiografía simple de abdomen los más frecuentes fueron: Distensión de asas (íleo) 85.7% (n=18), mala distribución de gas 81.0% (n=17), edema interasa 81.0% (n=17), neumatosis intestinal 14.3% (n=3), neumoperitoneo 4.8% (n=1) (Ver cuadro 3A).

Al evaluar el grado de correspondencia o coincidencia entre los hallazgos ultrasonográficos y los hallazgos por radiografía simple de abdomen, en los recién nacidos con enterocolitis atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera se observó que en 14 (67%) de los casos el ultrasonido detecto un diámetro del intestino delgado (mm) aumentado (>15

mm) y la radiografía reveló distensión de asas y en solo 1 (4.8) caso el US no observó aumento del diámetro intestinal ni la radiografía reveló distensión de asas, para una coincidencia global del 71.4%. La correlación observada no fue significativa ($p=0.676$) (Ver cuadro 3B).

Por otro lado, se observó que en 18 (85.7%) de los casos el ultrasonido detectó un diámetro del intestino grueso (mm) aumentado (>20 mm) y la radiografía reveló distensión de asas y en solo 1 (4.8) casos el US no observó aumento del diámetro intestinal ni la radiografía reveló distensión de asas, para una coincidencia global del 90.5%. La correlación observada en este caso fue significativa ($p=0.012$) (Ver cuadro 3B)

En 2 casos tanto el US como la radiografía revelaron neumatosis intestinal, mientras que en 2 casos el US reveló neumoperitoneo, pero no la radiografía y en 1 casos la radiografía reveló neumatosis, pero no el US. En 17 casos ni el US ni la radiografía indicaron neumatosis. Se observó una coincidencia global del 90.5%. La correlación observada en este caso fue significativa ($p=0.005$) (Ver cuadro 3B)

En 1 caso tanto el US como la radiografía revelaron neumoperitoneo, mientras que en 1 casos el US reveló neumoperitoneo, pero no la radiografía y en ningún caso la radiografía reveló neumoperitoneo que el US no haya detectado. En 16 casos ni el US ni la radiografía indicaron neumoperitoneo, para una coincidencia global del 81%. La correlación observada en este caso fue no significativa, pero borderline ($p=0.067$) (Ver cuadro 3B)

Se observó que en 11 (52.4%) de los casos el ultrasonido detectó ecogenicidad de la pared intestinal y la radiografía reveló edema interasas. La correlación observada en este caso no fue significativa ($p=0.586$) (Ver cuadro 3B)

Se observó que en 10 (47.6%) de los casos el ultrasonido detectó grosor >2.7 mm (grosor aumentado) y la radiografía reveló edema interasas. La correlación observada en este caso no fue significativa ($p=0.223$) (Ver cuadro 3B)

De forma general, Al comparar el diámetro del intestino delgado aumentado (>15 mm) detectado por US vs Distensión de asas (íleo) detectada por radiografía la correspondencia fue del 71%. Al comparar el diámetro del intestino grueso aumentado (>20 mm) detectado por US vs Distensión de asas (íleo) detectada por radiografía la correspondencia fue del 91%. (Ver cuadro 3B)

A comparar la neumatosis intestinal detectada por US con la neumatosis intestinal

detectada por radiografía la correspondencia fue del 91%. Al comparar el neumoperitoneo detectado por Us vs neumoperitoneo detectado por radiografía la coincidencia fue del 81%.

Al comparar la ecogenicidad de la pared intestinal aumentada y el aumento del grosor >2.7 mm versus edema intereserial, la correspondencia fue del 59%. (Ver cuadro 3B)

Por otro lado, el porcentaje de hallazgos detectados por US que no detecto la radiografía varia en el 5% y el 10%, lo que se considera un nivel de moderado a alto. (Ver cuadro 3B)

8.4.Resultados del objetivo 4

Con relación a la evolución de los recién nacidos con enterocolitis atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, se observó que solo en 3 (14.3%) casos se intervino quirúrgicamente y en 3 (14.3%) casos el recién nacido falleció durante la estancia hospitalaria. De forma global en 23.8% (n=5) se observó una evolución desfavorable (el recién nacido fue intervenido quirúrgicamente o falleció durante su estancia hospitalaria). (Ver cuadro 4A)

Al investigar la asociación entre los hallazgos ultrasonográficos y la evolución clínica, en los recién nacidos con enterocolitis atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera se observó que la presencia de líquido libre (casos con evolución desfavorable [EDf] 100% casos con evolución favorable [EF] 37.5%; $p=0.015$), especialmente tipo complejo (EDf 80% vs EF 16%; $p=0.036$), neumoperitoneo, presencia de colección (EDf 80% vs EF 6.3%; $p=0.001$), y ecogenicidad de la pared intestinal aumenta (EDf 100% vs EF 50%; $p=0.044$), se asociaron a mayor ocurrencia de evolución desfavorable. (Ver cuadro 4B)

Con respecto a la asociación en el comportamiento de la perfusión intestinal medido por flujometría de la arterial mesentérica superior, celiaca y flujo mural y la evolución clínica de los recién nacido, no se observaron diferencias para los parámetros de velocidad pico sistólica ni índice de resistencia entre pacientes con evolución desfavorable y pacientes con evolución favorable. Se observaron diferencias significativas únicamente para la Velocidad en fin de diástole, siendo los valores significativamente menores en los pacientes con evolución desfavorable. (Ver cuadro 4C)

La media de PD de la AMS en los pacientes con evolución desfavorable fue de 9.2 (± 1.8) y en los pacientes con evolución favorable fue de 17.9 (± 6.4). ($p=0.043$) (Ver cuadro

4C)

La media de PD de la AC en los pacientes con evolución desfavorable fue de 13.6 (± 2.3) y en los pacientes con evolución favorable fue de 23.3 (± 9.7). ($p=0.039$) (Ver cuadro

4C)

La media de PD de la AM en los pacientes con evolución desfavorable fue de 2.2 (± 0.4) y en los pacientes con evolución favorable fue de 3.5 (± 1.2). ($p=0.049$) (Ver cuadro

4C)

IX. ANÁLISIS DE RESULTADOS (DISCUSIÓN)

Características generales del recién nacido con ECN

En el presente estudio hubo un predominio ligero del sexo femenino, lo cual difiere de lo reportado en literatura, sin embargo, todavía no existe suficiente evidencia para establecer de manera concluyente una predilección por el sexo, la raza o el origen étnico para ECN. A pesar de estos algunos estudios han reportado una mayor incidencia de enfermedad en bebés varones de ascendencia afroamericana que en cualquier otro grupo demográfico único, lo que podría estar relacionado con la mayor incidencia de prematuridad en esta demografía en comparación con la población general de los Estados Unidos. (Ahle, 2017; Eaton et al., 2017)

Se sabe que uno de los principales factores de riesgo para ECN es el bajo peso y la prematuridad. Grandes estudios multicéntricos, basados en la población y en el hospital, coordinados por redes de investigación neonatal en Europa, América del Norte, Australia y Nueva Zelanda, han determinado que la incidencia de ECN es de hasta el 13% entre los bebés nacidos ≤ 33 semanas de gestación o cuyo peso al nacer es $\leq 2,500$ g. (Ahle, 2017; Eaton et al., 2017), sin embargo se ha reportado que aproximadamente el 10% de los neonatos con ECN nacen a término. En el presente estudio el 54% tenía peso normal y hasta un 64% era a término, lo que significa que otros factores de riesgos y factores etiológicos están jugando un papel importante en la ocurrencia de ECN en el recién nacido, por lo que se deben investigar dichos factores con mayor profundidad para poder establecer medidas preventivas y de control de forma efectiva y eficiente.

Frecuencia y hallazgos del US abdominal en escala de grises y US Doppler

En el presente estudio en todos los pacientes estudiados se realizó US diagnóstico y en casi 43% se hizo US de seguimiento. El US diagnóstico se realizó entre el 1 y 2 día de estancia hospitalaria y el ultrasonido de seguimiento por lo general fue realizado al tercer día de la estancia. Recientes metaanálisis han evidenciado la utilidad del US en el seguimiento de los recién nacidos con ECN especialmente en recién nacidos prematuros y que el uso del US se ha asociado a una reducción del uso de la radiografía, lo cual implica menor exposición a radiación, sin aumentar la mortalidad o empeorar el pronóstico (Cuna, Lee, et al., 2018).

En el presente estudio no hubo necesidad de radiografías adicionales y la tasa de mortalidad está muy por debajo de lo reportado internacionalmente, por lo que es razonable concluir que el US y su protocolización combinado con uso racional de la radiografía impactarían en el tratamiento y evolución de los pacientes de forma positiva.

De forma general, en este estudio identificó que la pared intestinal gruesa (más de 2.7 mm), el gas intramural (neumatosis intestinal), y la peristalsis reducida fueron significativos en el diagnóstico de ECN, sin embargo, no lo fue para la detección del gas venoso portal

Según lo expuesto por Choil y colaboradores, el engrosamiento de la pared intestinal durante la ECN ocurre debido a una hemorragia de la mucosa y al edema, y se propone que su hallazgo refleje la característica patológica más temprana en el ECN. El engrosamiento de la pared intestinal suele ir acompañado de un aumento de la ecogenicidad (Ginglen & Butki, 2020). Lo cual fue observado en nuestro estudio (Choi, 2014).

Se han publicado algunos informes de casos para mostrar que un grosor inferior a 1,0 mm indicaba un adelgazamiento anormal como resultado de isquemia o necrosis, mientras que en este estudio no mostró significación independiente (Ginglen & Butki, 2020).

Según la teoría (Alganabi, Lee, Bindi, Li, & Pierro, 2019) el gas intramural emerge debido al paso de la presencia de aire intramural, entregado por la fermentación bacteriana del contenido intestinal, en la pared intestinal lesionada y al igual que la pneumatosis son signos muy sensibles de ECN, sin embargo, en este estudio no fueron reportados. Un fenómeno similar se observó con respecto al gas de la vena porta (GVP).

Se cree que GVP se origina a partir de la absorción de gas intramural en el sistema venoso intestinal que viaja a la vena porta, por lo tanto, el GVP es un hallazgo temprano con respecto a la perforación intestinal (Alganabi et al., 2019).

En el presente estudio se revisaron parámetros Doppler tanto de la pared intestinal como de la arteria mesentérica y la arteria celíaca. Sin embargo, la mayoría de los estudios dicen que los valores de la arteria celiaca y mesentérica superior no son tan sensibles y específicos como la flujometría en la pared. De forma global, la mayor sensibilidad y especificidad se han reportado por la flujometría de la pared y los datos del líquido libre complejo y colecciones (Deeg, 2019). Este patrón fue consistente con lo observado en el presente estudio.

Un aspecto clave en este estudio, fue el análisis del grosor y de los diámetros de la

pared intestinal, sin embargo, los valores normales del diámetro de la luz de las asas, es sumamente variable y generalmente es útil para que el evaluador determine la presencia del contenido intestinal o si el asa está vacía. A pesar que estos datos se reportan en múltiples estudios, ninguno ha mostrado una relevancia clínica significativa (Ginglen & Butki, 2020). De forma general 10-15 mm el delgado y 15-20 mm el grueso es considerado normal en pacientes recién nacidos, sin embargo, algunos autores han postulado valores de referencia según edad del recién nacido, sin embargo, no hay consenso hasta la fecha.

En síntesis, tanto los resultados de nuestro estudio como los resultados publicados en la literatura internacional, indican que el gran valor del ultrasonido abdominal radica en que permite la evaluación directa de la pared intestinal en escala de grises, peristaltismo en imágenes en tiempo real y perfusión de la pared intestinal a través de Doppler. Además, el US permite simultáneamente la evaluación de la cavidad peritoneal para la colección de líquido libre y fluido focal, así como también de gas libre

Comparación de los hallazgos por US con los hallazgos por radiografía

El presente estudio reveló que si existe una correlación entre los hallazgos de US y los hallazgos de radiografía en los recién nacidos con ECN. Sin embargo, el grado de acuerdo o correspondencia vario entre un 59% hasta un 91%. El hallazgo para el cual hubo mayor acuerdo fue para la presencia de neumatosis intestinal seguida de neumoperitoneo con un 81%, sin embargo, al comparar la ecogenicidad de la pared intestinal aumentada y el aumento del grosor >2.7 mm versus edema interasa, la correspondencia fue del 59%. Ahora bien, el porcentaje de hallazgos detectados por US que no detecto la radiografía, vario entre el 5% y el 10%, lo que se considera un nivel de moderado a alto. De forma concreta el US detecta entre un 10 y un 19% más de casos con aumento de los diámetros intestinales, engrosamiento de la pared y presencia de neumoperitoneo. Lo que significa que 2 de 10 con hallazgos radiográficos negativos son detectados por ultrasonido.

Chen et al publicaron una revisión sistemática y metaanálisis sistémica de ensayos comparativos de radiografía abdominal y US. Los autores concluyeron que el US a pesar de tener baja o media sensibilidad tenía una muy alta especificidad para ECN, lo que es crucial para la toma de decisiones de un cirujano. Este metaanálisis también concluyo que globalmente el US fue significativamente mejor que la radiografía para la evaluación de la

ECN ($p = 0,014$), con el área bajo la curva de la característica operativa del receptor (AUROC) para radiografía de 0,745 (IC del 95%: 0,629 a 0,812), siendo significativamente menor que el US (AUROC: 0,857; IC del 95%: 0,802 a 0,946) (Chen et al., 2018). Otros estudios reportan que la sensibilidad de las radiografías abdominales es baja para diagnosticar neumatosis (44%), gas venoso portal (13%) y aire libre (52%) (Prithviraj, Sandeep, Suresh, Balaraju, & Mondal, 2015).

Otro estudio publicado por Raghuvver et al (2019) reportó que los rayos X pudieron identificar alrededor del 60% de los casos con engrosamiento de la pared intestinal, mientras que el US identificó el 100% de los casos. Solo unos pocos casos de neumatosis y gas venoso portal pudieron identificarse mediante rayos X, pero US detectó el 100% de los casos (Raghuvver et al., 2019). Asimismo, una revisión realizado por Epelman et al. mostró que US podía identificar el líquido libre, el engrosamiento de la pared intestinal mejor en comparación con los rayos X y que la sensibilidad de las radiografías abdominales fue baja para diagnosticar neumatosis (44%), gas venoso portal (13%) y aire libre (52%) (Epelman et al., 2007).

Por otro lado, es importante remarcar que los hallazgos radiológicos negativos deben interpretarse con precaución, especialmente en recién nacidos prematuros que se sospecha que tienen ECN o perforación intestinal espontánea. Un mayor porcentaje de radiografías fueron negativas para neumatosis, gas venoso portal, neumoperitoneo en recién nacidos extremadamente prematuros (peso al nacer <1.000 gramos) en comparación con los recién nacidos a término.

Asociación entre los hallazgos por US y la evolución clínica

En los casos de ECN que muestran un empeoramiento de su estado clínico a pesar del tratamiento médico y los hallazgos radiográficos no son consistentes con el cuadro clínico, se considera que el US es de mayor utilidad ya que es sensible para detectar hallazgos críticos como paredes delgadas del intestino, perfusión ausente, colección compleja y colección de líquido focal, todos estos hallazgos son predictivos de necrosis intestinal y perforación, por lo tanto, la necesidad de intervención quirúrgica, incluso sin la presencia de aire intraperitoneal libre en las radiografías, en estos casos la intervención temprana puede mejorar el pronóstico y el resultado notablemente (Alexander et al., 2020).

En nuestro estudio, los siguientes hallazgos ultrasonográficos se asociaron con una evolución desfavorable: la presencia de líquido, especialmente tipo complejo, neumoperitoneo, presencia de colección y ecogenicidad de la pared intestinal aumentada. Estos hallazgos son consistentes con los datos reportados por Chen et al quienes encontraron que varios parámetros radiográficos y ecográficos estadísticamente significativos estaban asociados con el pronóstico de los pacientes con ECN: pared intestinal gruesa (más de 2.5 mm) ($p = 0.001$, HR: 1.849), gas intramural (neumatosis intestinal) ($p = 0.017$, HR: 1.265), gas venoso portal ($p = 0.002$, HR: 1.824) y reducción la peristalsis ($p = 0,021$, HR: 1,544) fueron factores de pronóstico independientes asociados con la ECN. Después de ajustar por factores radiográficos competitivos, identificamos gas peritoneal libre ($p = 0,007$, HR: 1,472), gas venoso portal ($p = 0,012$, HR: 1,649) y dilatación y elongación ($p = 0,025$, HR: 1,327).

Uno de los principales hallazgos de este estudio es que no se observaron diferencias significativas de acuerdo a la evolución de la ECN con respecto a los parámetros de velocidad pico sistólica e índice de resistencia para la arteria mesentérica, celiaca y mural, pero si hubo diferencia en cuanto a la velocidad de fin de diástole para cada una de las arterias. Los valores estaban significativamente disminuidos en los pacientes con peor evolución. Sin embargo, de forma global, los hallazgos del US Doppler confirman que en la mayoría de pacientes si había una alteración de los parámetros, confirmando su utilidad en el diagnóstico de la enterocolitis.

Según lo referido en la literatura, cuando los pacientes están en ayuno tienden a disminuir los valores de fin de diástole, pero se acompaña con incremento en la velocidad pico sistólica en arteria mesentérica superior. No es normal que el pico sistólico sea normal, o se mantenga normal y la velocidad de fin de diástole se altere, eso generalmente habla de algún grado de constricción del lecho intestinal, pero que no llega a ser tan marcada para alterar el flujo en sístole, pero si en diástole. Por lo que este elemento debe ser investigado con mayor profundidad y evaluar su valor predictor de la evolución de los casos.

X. CONCLUSIONES

1. En los recién nacido con ECN en estudio, se observó un ligero predominio del sexo femenino, cerca de la mitad de los casos era de bajo peso al nacer. De forma general un tercio de los casos tenía peso entre 1500 y 2500 gramos y casi 1 de cada 10 casos tenía peso entre 1000 y 1500 gramos. Por otro lado, solo una tercera parte de los casos era pretérmino (<37 SG). Cerca del 80% de los casos fue ingresado después de la tercera semana de vida del recién nacido o bien durante la primera semana de vida. Pocos casos fueron ingresados durante la segunda semana de vida del recién nacido.
2. En el 100% de los casos se realizó US diagnóstico generalmente entre el 1 y segundo día de hospitalización y en 43% se realizó un segundo US (ultrasonido de seguimiento) entre el tercer y cuarto día de estancia. En el US diagnóstico, los hallazgos más frecuentes fueron un diámetro del intestino grueso aumentado (>20 mm) en casi el 100% de los casos y diámetro del intestino delgado aumentado (>15 mm) en el 70%. La ecogenicidad de la pared intestinal aumentada y líquido libre se observaron en la mitad de los casos. En menor frecuencia se detectó neumatosis y neumoperitoneo. El hallazgo menos frecuente fue la presencia de colección compleja. Por otro lado, entre el 50 y el 80% tenía aumentado el grosor de la pared intestinal o el lumen intestinal. El US Doppler indicó que la arteria mesentérica superior fue la que mostro mayor proporción de alteración. Entre el 70% y el 100% de los casos tenían los parámetros del flujo de la arteria mesentérica superior disminuidos. La arteria celiaca y el flujo mural presentaron gran variabilidad entre los casos, respecto al tipo de alteración observada. En el US de seguimiento el hallazgo más frecuente fue ecogenicidad de la pared intestinal aumentada. Hasta en un 22% de los casos no se observaron hallazgos patológicos en el US de seguimiento.
3. El presente estudio reveló que si existe una correlación entre los hallazgos de US y los hallazgos de radiografía en los recién nacidos con ECN. El grado de acuerdo o correspondencia varió entre un 59% hasta un 91%. Los hallazgos con mayor grado de acuerdo fueron el aumento del diámetro del intestino grueso por US versus distensión de

asas por radiografía (91%) y neumatosis (91%), seguido de neumoperitoneo (81%). El menor grado de concordancia se observó para la comparación “ecogenicidad de la pared intestinal aumentada” y el “aumento del grosor de la pared intestinal >2.7 mm” versus edema intersticial (59%). El porcentaje de hallazgos detectados por US que no fueron detectados por la radiografía varió en el 5% y el 10%, lo que se considera un nivel de moderado a alto. De forma global, aproximadamente un 20% de hallazgos son detectados únicamente por US y no por radiografía.

4. La presencia de líquido, especialmente tipo complejo, neumoperitoneo, presencia de colección y ecogenicidad de la pared intestinal aumentada, se asociaron de forma significativa a mayor ocurrencia de evolución desfavorable. Con respecto a la asociación entre el comportamiento de la perfusión intestinal y la evolución clínica de los recién nacidos se observó una asociación significativa únicamente para la velocidad en fin de diástole, siendo los valores de este parámetro significativamente menores en los pacientes con evolución desfavorable para cada una de las arterias evaluadas. Los parámetros de velocidad pico sistólica y del índice de resistencia no se asociaron con la evolución clínica.
5. Este estudio sugiere que la ecografía abdominal es útil en el diagnóstico y seguimiento de los RN con ECN, ya que los hallazgos ecográficos se correlacionan con los hallazgos de la prueba de imagen que se usa de forma convencional, que en este caso corresponde a la radiografía simple de abdomen; por otro lado el US sí logra detectar alteraciones que la radiografía no logra detectar; y si existen hallazgos del ultrasonido que permiten identificar o discriminar que pacientes tendrán una evolución desfavorable.

XI. RECOMENDACIONES

11.1. Recomendaciones al servicio de neonatología

Recomendamos al servicio de neonatología, basada en la evidencia internacional y en los resultados de este estudio promover la indicación en todos y cada uno de los pacientes recién nacidos con sospecha de enterocolitis necrotizante la realización del US abdominal de forma temprana y que en todos se realice al menos un segundo ultrasonido de control según recomendaciones internacionales.

11.2. Recomendaciones a las autoridades del hospital y al MINSA

Fortalecer la capacidad y entrenamiento de los especialistas en radiología con respecto a la evaluación diagnóstica y de seguimiento a través de ultrasonido abdominal en recién nacidos con enterocolitis, haciendo énfasis en la apropiada evaluación de los parámetros de flujometría.

Valorar la factibilidad de instaurar en todas las unidades hospitalarias con servicios de neonatología protocolos diagnósticos y de seguimiento de la enterocolitis necrotizante que incluyan la realización de ultrasonido abdominal (en escala de grises y Doppler) diagnóstico como herramienta complementaria a la radiografía de abdomen y como herramienta de primera línea para el seguimiento de los recién nacidos, ya que esta estrategia ha mostrado ser costo efectiva impactando de forma positiva en la evolución de los recién nacido en la disminución de los costos asociados a la atención en salud.

11.3. Recomendaciones a la comunidad académica y científica

Retomar los hallazgos de este estudio y promover la realización de estudios multicéntrico a nivel del sistema público de salud para incrementar la precisión y el poder estadístico e incrementar su validez externa. Llevar a cabo estudios prospectivos que permitan identificar que parámetros relacionados con la perfusión de la pared intestinal

predicen con mayor exactitud la evolución clínica de los pacientes.

Estudiar a mayor profundidad la relevancia diagnóstica y predictora de las relaciones observadas entre la velocidad pico-sistólica e índice de resistencia con respecto a la velocidad de fin de diástole, ya que este fue uno de los principales hallazgos del estudio.

XII. BIBLIOGRAFÍA

- Ahle, M. (2017). *Necrotising Enterocolitis: epidemiology and imaging*. Linköping University Electronic Press.
- Alexander, K. M., Chan, S. S., Opfer, E., Cuna, A., Fraser, J. D., Sharif, S., & Khashu, M. (2020). Implementation of bowel ultrasound practice for the diagnosis and management of necrotising enterocolitis. *Archives of Disease in Childhood-Fetal and Neonatal Edition*.
- Alganabi, M., Lee, C., Bindi, E., Li, B., & Pierro, A. (2019). Recent advances in understanding necrotizing enterocolitis. *F1000Research*, 8.
- Aliev, M., Dekhqonboev, A., & Yuldashev, R. (2017). Advantages of abdominal ultrasound in the management of infants with necrotizing enterocolitis. *Pediatric surgery international*, 33(2), 213-216.
- Bohnhorst, B. (2013). Usefulness of abdominal ultrasound in diagnosing necrotising enterocolitis. *Archives of Disease in Childhood-Fetal and Neonatal Edition*, 98(5), F445-F450.
- Caplan, M. S. (2019). *Necrotizing Enterocolitis, An Issue of Clinics in Perinatology, Ebook* (Vol. 46): Elsevier Health Sciences.
- Caplan, M. S., Goldstein, G. P., & Sylvester, K. G. (2019). Necrotizing Enterocolitis.
- Cotten, C. M. (2019). Modifiable risk factors in necrotizing enterocolitis. *Clinics in perinatology*, 46(1), 129-143.
- Cuna, A. C., Lee, J. C., Robinson, A. L., Allen, N. H., Foley, J. E., & Chan, S. S. (2018). Bowel ultrasound for the diagnosis of necrotizing enterocolitis: a meta-analysis. *Ultrasound quarterly*, 34(3), 113-118.
- Cuna, A. C., Reddy, N., Robinson, A. L., & Chan, S. S. (2018). Bowel ultrasound for predicting surgical management of necrotizing enterocolitis: a systematic review and meta-analysis. *Pediatric radiology*, 48(5), 658-666.
- Chen, S., Hu, Y., Liu, Q., Li, X., Wang, H., & Wang, K. (2018). Comparison of abdominal radiographs and sonography in prognostic prediction of infants with necrotizing enterocolitis. *Pediatric surgery international*, 34(5), 535-541.
- Chen, S., Hu, Y., Liu, Q., Li, X., Wang, H., Wang, K., & Zhang, A. (2019). Application of

- abdominal sonography in diagnosis of infants with necrotizing enterocolitis. *Medicine*, 98(28).
- Choi, Y. Y. (2014). Necrotizing enterocolitis in newborns: update in pathophysiology and newly emerging therapeutic strategies. *Korean journal of pediatrics*, 57(12), 505.
- Deeg, K.-H. (2019). Sonographic and Doppler sonographic diagnosis of necrotizing enterocolitis in preterm infants and newborns. *Ultraschall in der Medizin-European Journal of Ultrasound*, 40(03), 292-318.
- Eaton, S., Rees, C. M., & Hall, N. J. (2017). Current research on the epidemiology, pathogenesis, and management of necrotizing enterocolitis. *Neonatology*, 111(4), 423-430.
- Epelman, M., Daneman, A., Navarro, O. M., Morag, I., Moore, A. M., Kim, J. H., . . . Gerstle, J. T. (2007). Necrotizing enterocolitis: review of state-of-the-art imaging findings with pathologic correlation. *Radiographics*, 27(2), 285-305.
- Esposito, F., Mamone, R., Di Serafino, M., Mercogliano, C., Vitale, V., Vallone, G., & Oresta, P. (2017). Diagnostic imaging features of necrotizing enterocolitis: a narrative review. *Quantitative imaging in medicine and surgery*, 7(3), 336.
- Faingold, R. (2018). Technical aspects of abdominal ultrasound and color Doppler assessment of bowel viability in necrotizing enterocolitis. *Pediatric radiology*, 48(5), 617-619.
- Gan, X., & Li, J. (2018). Research advances in necrotizing enterocolitis in neonates. *Zhongguo dang dai er ke za zhi= Chinese journal of contemporary pediatrics*, 20(2), 164-168.
- Gasque-Góngora, J. J. (2015). Revisión y actualización de enterocolitis necrosante. *Revista Mexicana de Pediatría*, 82(5), 175-185.
- Ginglen, J. G., & Butki, N. (2020). Necrotizing Enterocolitis. *StatPearls [Internet]*.
- Guang, Y., Ying, D., Sheng, Y., Yiyong, F., Jun, W., Shuqiang, G., & Rong, J. (2019). Early Doppler Ultrasound in the Superior Mesenteric Artery and the Prediction of Necrotizing Enterocolitis in Preterm Neonates. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 38(12), 3283-3289.
- Isani, M. A., Delaplain, P. T., Grishin, A., & Ford, H. R. (2018). Evolving understanding of neonatal necrotizing enterocolitis. *Current opinion in pediatrics*, 30(3), 417-423.

- Keats, T. E., & Siström, C. (2002). *Atlas de Medidas Radiológicas* (7 ed.): S.A. Elsevier España.
- Kim, J. H. (2018). Neonatal necrotizing enterocolitis: Management. *UpToDate*. Waltham, MA: UpToDate.
- Kim, J. H. (2019). Role of Abdominal US in Diagnosis of NEC. *Clinics in perinatology*, 46(1), 119-127.
- Lok, M. J., Miyake, H., Hock, A., Daneman, A., Pierro, A., & Offringa, M. (2018). Value of abdominal ultrasound in management of necrotizing enterocolitis: a systematic review and meta-analysis. *Pediatric surgery international*, 34(6), 589-612.
- Meijler, G., & Steggerda, S. J. (2019). Timing of Ultrasound Examinations *Neonatal Cranial Ultrasonography* (pp. 85-138): Springer.
- Morowitz, M. J. (2017). Necrotizing Enterocolitis *Fundamentals of Pediatric Surgery* (pp. 413-420): Springer.
- Muchantef, K., Epelman, M., Darge, K., Kirpalani, H., Laje, P., & Anupindi, S. A. (2013). Sonographic and radiographic imaging features of the neonate with necrotizing enterocolitis: correlating findings with outcomes. *Pediatric radiology*, 43(11), 1444-1452.
- Neu, J. (2020). Necrotizing Enterocolitis: The Future. *Neonatology*, 1-5.
- Niño, D. F., Sodhi, C. P., & Hackam, D. J. (2016). Necrotizing enterocolitis: new insights into pathogenesis and mechanisms. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*, 13(10), 590.
- Prithviraj, D., Sandeep, B., Suresh, A., Balaraju, V., & Mondal, S. (2015). Comparison between X-ray and Abdominal Ultrasound Findings of Necrotizing Enterocolitis, its Usefulness in Early Diagnosis, Prognosis, and to Assess, is this is the Time to Change our View of Surgeon's Intervention According to the Bell's Criteria. *Prognosis, and to Assess, is this is the Time to Change our View of Surgeon's Intervention According to the Bell's Criteria*, 3, 12.
- Raghuveer, T. S., Lakhota, R., Bloom, B. T., Desilet-Dobbs, D. A., & Zarchan, A. M. (2019). Abdominal Ultrasound and Abdominal Radiograph to Diagnose Necrotizing Enterocolitis in Extremely Preterm Infants. *Kansas Journal of Medicine*, 12(1), 24.
- Santos, I. G. G. d., Mezzacappa, M. A., & Alvares, B. R. (2018). Radiological findings

- associated with the death of newborns with necrotizing enterocolitis. *Radiologia brasileira*, 51(3), 166-171.
- Staryszak, J., Stopa, J., Kucharska-Miąsik, I., Osuchowska, M., Guz, W., Błaż, W., & Gorecki, A. (2016). Usfulness of ultrasound examination in diagnosis of necrotizing enterocolitis. *Радіологічний вісник*(1-2), 45-45.
- Tracy, S. A., Lazow, S. P., Castro-Aragon, I. M., Fujii, A. M., Estroff, J. A., Parad, R. B., . . . Chen, C. (2020). Is Abdominal Sonography a Useful Adjunct to Abdominal Radiography in Evaluating Neonates with Suspected Necrotizing Enterocolitis? *Journal of the American College of Surgeons*.
- Trinci, M., Piccolo, C. L., Pallottino, A. A., Esposito, F., Zeccolini, M., & Miele, V. (2016). Necrotizing enterocolitis *Imaging Non-traumatic Abdominal Emergencies in Pediatric Patients* (pp. 53-72): Springer.
- van Druten, J., Khashu, M., Chan, S. S., Sharif, S., & Abdalla, H. (2019). Abdominal ultrasound should become part of standard care for early diagnosis and management of necrotising enterocolitis: a narrative review. *Archives of Disease in Childhood-Fetal and Neonatal Edition*, 104(5), F551-F559.
- Wang, L., Li, Y., & Liu, J. (2016). Diagnostic value and disease evaluation significance of abdominal ultrasound inspection for neonatal necrotizing enterocolitis. *Pakistan journal of medical sciences*, 32(5), 1251.

XIII. ANEXOS

13.1. Ficha de recolección

Utilidad de la evaluación ecográfica en el diagnóstico y seguimiento de los recién nacidos con enterocolitis necrotizante, en el servicio de neonatología del Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera, entre el 1 de enero y el 31 de agosto del 2019.

Número de ficha	
Número de expediente	

Datos del recién nacido	
Sexo	Femenino Masculino
Edad gestacional del recién nacido (semanas)	
Peso del recién nacido (gramos) al nacer	
Edad del recién nacido al momento del ingreso (días)	

Evolución	
Días de estancia hospitalaria (días)	
Complicaciones	Si ___ No ___
Intervención quirúrgica	Si ___ No ___
Condición de egreso	Fallecido Vivo
Evolución global	Favorable Desfavorable

Signos radiográficos	
Distensión de asas (íleo)	Si ___ No ___
Mala distribución de gas	Si ___ No ___
Edema Interasa	Si ___ No ___
Neumatosis intestinal	Si ___ No ___
Neumoperitoneo	Si ___ No ___

Evaluación ecográfica	
Realización de US	
Numero de US	
Día de estancia al momento de la realización del primer US	
Día de estancia al momento de la realización del segundo US	
Día de estancia al momento de la realización del tercero US	
Resultados de la evaluación ecográfica	
Gas en sistema porta	Si ___ No ___
Líquido libre	Si ___ No ___
Tipo de líquido libre	Simple Complejo
Neumoperitoneo	Si ___ No ___
Colección	Si ___ No ___
Tipo de colección	Simple Complejo
Peristalsis	Presente Ausente
Ecogenicidad de la pared intestinal	Aumentada Normal
Neumatosis	Si ___ No ___
Diámetro del intestino delgado (mm)	
Diámetro del intestino grueso (mm)	
<i>Flujometría de la arteria mesentérica superior</i>	
• PS de la AMS (cm/seg)	
• PD de la AMS (cm/seg)	
• IR de la AMS	
<i>Flujometría de la arteria celiaca</i>	
• PS de la AC (cm/seg)	
• PD de la AC (cm/seg)	
• IR de la AC	
<i>Vascularidad en la pared intestinal</i>	
• PS (cm/seg)	
• PD(cm/seg)	
• IR	

13.2. Cuadros y gráficos

Cuadro 1: Características generales de recién nacidos con diagnóstico de enterocolitis necrotizante atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.

		n	%
Sexo	Femenino	11	52.4
	Masculino	10	47.6
Peso al nacer	1000 - ≤1500 gr	2	9.5
	>1500 - ≤2500 gr	7	33.3
	>2500	12	57.1
Edad gestacional	Prematuros Moderados (32-33 semanas)	1	4.8
	Prematuros Tardíos (34-36 semanas)	5	23.8
	A término (≥37 a 40 semanas)	14	66.7
	Post término (>40 semanas)	1	4.8
Días de nacido al ingreso	1 a 2 días de nacido	5	23.8
	3 a 7 días de nacido	4	19.0
	de 8 a 21 días	3	14.3
	>21 días	9	42.9
Total de casos		21	100

Fuente: Expediente clínico

Cuadro 2A: Frecuencia de realización y hallazgos del ultrasonido diagnóstico y de seguimiento en recién nacidos con enterocolitis atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.

Día de realización del US	Día de estancia al momento de la realización del primer US	Día de estancia al momento de la realización del segundo US	Día de estancia al momento de la realización del tercero US	
N	21.0	9.0	1.0	
Media	1.6	3.3	12.0	
Mediana	1.0	3.0	12.0	
Desviación estándar	0.7	1.3		
Mínimo	1.0	2.0	12.0	
Máximo	3.0	6.0	12.0	
	25	1.0	2.5	12.0
Percentiles	50	1.0	3.0	12.0
	75	2.0	4.0	12.0

Nota: En los 21 casos estudiados se realizó al menos 1 ultrasonido abdominal diagnóstico, en 9 casos se realizó un segundo ultrasonido de seguimiento y en 1 caso se realizó un tercer ultrasonido de seguimiento.

Fuente: Expediente clínico

Cuadro 2B: Frecuencia de realización y hallazgos del ultrasonido diagnóstico y de seguimiento en recién nacidos con enterocolitis atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.

			n	%
Hallazgos del ultrasonido diagnóstico en escala de grises	del	Líquido libre	10	47.6
		Tipo de líquido libre complejo	2	9.5
			2	9.5
		Neumoperitoneo	1	4.8
			Tipo de colección compleja	1
		Ecogenicidad de la pared intestinal aumentada	11	52.4
		Neumatosis	3	14.3
Total			21	100.0

Nota: En el 100% de los casos en el US diagnóstico se detectó al menos 1 hallazgo ultrasonográfico sugestivo de ECN.

Fuente: Expediente clínico

Cuadro 2C: Frecuencia realización y hallazgos del ultrasonido diagnóstico y de seguimiento en recién nacidos con enterocolitis atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.

Hallazgos de US diagnostico	Media (DE)	Mediana (rango)	Disminuido		Normal		Aumentado		TOTAL	
			N	%	n	%	n	%	n	%
US en Escala de grises										
Grosor de la pared	2.97 (1.1)	3 (2-6)	0	0	10	47.4	11	52.6	21	100
DLI	ID (mm)	17.24 (2.57)	16 (12.-20)	0	0.0	5	23.8	16	76.2	0 0.0
	IG (mm)	22.43 (7.35)	24 (10-35)	5	23.8	4	19.0	12	57.1	5 23.8
US Doppler										
AMS	PS (cm/seg)	49.52 (16.75)	54 (24-87)	15	71.4	5	23.8	1	4.8	15 71.4
	PD (cm/seg)	12.90 (5.77)	11 (7-28)	21	100.0	0	0.0	0	0.0	21 100.0
	IR	0.72 (0.08)	0.71 (0.6-0.85)	18	85.7	3	14.3	0	0.0	18 85.7
AC	PS (cm/seg)	69.00 (27.54)	67 (39-170)	5	23.8	10	47.6	6	28.6	5 23.8
	PD (cm/seg)	19.29 (9.38)	14 (10-37)	14	66.7	2	9.5	5	23.8	14 66.7
	IR	0.70 (0.08)	0.71 (0.57-0.8)	6	28.6	15	71.4	0	0.0	6 28.6
M	PS (cm/seg)	9.10 (3.43)	10 (4-14)	8	38.1	10	47.6	3	14.3	8 38.1
	PD (cm/seg)	3.19 (1.17)	3 (2-6)	12	57.1	9	42.9	0	0.0	12 57.1
	IR	0.68 (0.04)	0.67 (0.55-0.75)	1	4.8	10	47.6	10	47.6	1 4.8

DLI=Diámetro de luz intestinal; AMS=Arteria mesentérica superior; AC=Arteria celiaca; M= Flujo mural; PS=Velocidad pico sistole; PD=Velocidad en fin de diástole; IR=Índice de resistencia.

Valores de referencia

Grosor de la pared: >2.7 mm

Diámetro de la luz intestinal:

- Delgado 10-15 mm
- Grueso 15-20 mm

Arteria mesentérica superior:

- Velocidad pico sistólica 55-80 cm x seg,
- Velocidad en fin de diástole 30 cm x seg,
- Índice de resistencia 0.8.

Arteria celiaca:

- Velocidad pico sistole: 55 a 75 cm x seg,
- Velocidad en fin de diástole 23 cm x seg,
- Índice de resistencia 0.66-0.8.

Flujo mural:

- Velocidad pico sistólica 8-12 cm x seg,
- Velocidad en fin de diástole 4-6 cm x seg,
- Índice de resistencia 0.62-0.67.

Fuente: Expediente clínico

Cuadro 2D: Frecuencia de realización y hallazgos del ultrasonido diagnóstico y de seguimiento en recién nacidos con enterocolitis atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.

		n	%
Realización de US de seguimiento	No se realiza	12	57.1
	Si se realiza	9	42.9
	Total	21	100
Hallazgos del segundo ultrasonido (US de seguimiento)	Líquido libre	2	22.2
	Neumoperitoneo	1	11.1
	Ecogenicidad de la pared intestinal aumentada	5	55.6
	Neumatosis	2	22.2
	Sin hallazgos alterados	2	22.2
Total		9	100

Fuente: Expediente clínico

Cuadro 2E: Frecuencia realización y hallazgos del ultrasonido diagnóstico y de seguimiento en recién nacidos con enterocolitis atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.

		Media (DE)	Mediana (rango)	Disminuido		Normal		Aumentado		TOTAL	
				n	%	n	%	n	%	n	%
US en Escala de grises											
Grosor de la pared		2.7 (0.47)	3 (2-3.3)	0	0	4	44.4	5	55.6	9	100
DLI	ID (mm)	17 (5.81)	15 (12-30)	0	0	5	55.6	4	44.4	9	100
	IG (mm)	24.33 (5.07)	23 (20-35)	0	0	3	33.3	6	66.6	9	100
US Doppler											
AMS	PS (cm/seg)	53.78 (7.07)	56 (42-61)	0	0.0	9	100	0	0.0	9	100
	PD (cm/seg)	13.78 (2.22)	12 (12-17)	9	100	0	0.0	0	0.0	9	100
	IR	0.69 (0.07)	0.66 (0.62-0.8)	7	77.8	2	22.2	0	0.0	9	100
AC	PS (cm/seg)	79.11 (12.52)	71 (70-100)	0	0.0	0	0.0	9	100	9	100
	PD (cm/seg)	22.56 (10.47)	15 (13-35)	5	55.6	0	0.0	4	44.4	9	100
	IR	0.73 (0.08)	0.73 (0.6-0.79)	0	0.0	9	100	0	0.0	9	100
M	PS (cm/seg)	12.22 (1.79)	12 (10-15)	0	0.0	9	100	0	0.0	9	100
	PD (cm/seg)	4.22 (0.83)	4 (3-5)	2	22.2	7	77.8	0	0.0	9	100
	IR	0.67 (0.02)	0.66 (0.66-0.7)	0	0.0	6	66.7	3	33.3	9	100

DLI=Diámetro de luz intestinal

AMS=Arteria mesentérica superior; AC=Arteria celiaca; M= Flujo mural

PS=Velocidad pico sistólic; PD=Velocidad en fin de diástole; IR=Índice de resistencia

Valores de referencia

Grosor de la pared

- >2.7 mm

Diámetro de la luz intestinal:

- Delgado 10-15 mm
- Grueso 15-20 mm

Arteria mesentérica superior:

- Velocidad pico sistólica 55-80 cm x seg,
- Velocidad en fin de diástole 30 cm x seg,
- Índice de resistencia 0.8.

Arteria celiaca:

- Velocidad pico sistole: 55 a 75 cm x seg,
- Velocidad en fin de diástole 23 cm x seg,
- Índice de resistencia 0.66-0.8.

Flujo mural:

- Velocidad pico sistólica 8-12 cm x seg,
- Velocidad en fin de diástole 4-6 cm x seg,
- Índice de resistencia 0.62-0.67.

Fuente: Expediente clínico

Cuadro 3A. Grado de correspondencia entre los hallazgos ultrasonográficos al diagnóstico y los hallazgos por radiografía simple de abdomen y proporción de casos con hallazgos relevantes observados por US pero no por radiografía, en los recién nacidos con enterocolitis atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.

		n	%
Hallazgos radiográficos	Distensión de asas (íleo)	18	85.7
	Mala distribución de gas	17	81.0
	Edema Interasa	17	81.0
	Neumatosis intestinal	3	14.3
	Neumoperitoneo	1	4.8
Hallazgos del ultrasonido diagnóstico	Diámetro del intestino delgado aumentado (>15 mm)	16	76.2
	Diámetro del intestino grueso aumentado (>20 mm)	20	95.2
	Líquido libre	10	47.6
	Neumoperitoneo	2	9.5
	Colección	1	4.8
	Ecogenicidad de la pared intestinal aumentada	11	52.4
	Neumatosis	3	14.3
Grosor aumentado (>2.7 mm)	11	52.4	

Fuente: Expediente clínico

Cuadro 3B: Correlación entre los hallazgos ultrasonográficos y los hallazgos por radiografía simple de abdomen, en los recién nacidos con enterocolitis atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.

		Hallazgos por radiografía		Coincidencia o correspondencia n (%)	% de hallazgos detectados solo por el US	Chi 2 p
Hallazgos por US		Positivo	Negativo			
		Distensión de asas (íleo)			%	
Diámetro del intestino delgado aumentado (>15 mm)	Positivo	14	2	15 (71.4)	2 (10)	0.676
	Negativo	4	1			
Diámetro del intestino grueso aumentado (>20 mm)	Positivo	18	2	19 (90.5)	2 (10)	0.012
	Negativo	0	1			
		Neumatosis intestinal				
Neumatosis intestinal	Positivo	2	1	19 (90.5)	1 (5)	0.005
	Negativo	1	17			
		Neumoperitoneo				
Neumoperitoneo	Positivo	1	4	17 (81)	4 (19)	0.067
	Negativo	0	16			
		Edema Interasa				
Ecogenicidad de la pared intestinal aumentada	Positivo	11	2	13 (59.1)	2 (10)	0.586
	Negativo	6	2			
Grosor aumentado (>2.7 mm)	Positivo	10	1	13 (59.1)	1 (5)	0.223
	Negativo	7	3			

Fuente: Expediente clínico

Cuadro 4A: Características generales, factores de riesgo, presentación clínica y manejo de recién nacidos con diagnóstico de enterocolitis necrotizante atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.

		n	%
Intervenido quirúrgicamente	Si	3	13.6
	No	18	81.8
Egreso	Fallecido	3	13.6
	Vivo	18	81.8
Evolución global	Evolución desfavorable*	5	22.7
	Evolución favorable**	16	72.7
Total		21	100.0

Fuente: Expediente clínico

Cuadro 4B: Asociación entre los hallazgos ultrasonográficos y la evolución clínica, en los recién nacidos con enterocolitis atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.

		Evolución				Total		Chi 2		
		Favorable		Desfavorable		n	%	Valor	gl	p
		n	%	n	%					
Numero de ultrasonidos realizados	1	9	56.3	3	60.0	12	57.1	0.3	2	0.849
	2	6	37.5	2	40.0	8	38.1			
	3	1	6.3	0	0.0	1	4.8			
Líquido libre	No	10	62.5	0	0.0	10	47.6	5.9	1	0.015
	Si	6	37.5	5	100.0	11	52.4			
Tipo de líquido libre	Simple	5	83.3	1	20.0	6	54.5	4.4	1	0.036
	Complejo	1	16.7	4	80.0	5	45.5			
Neumoperitoneo	No	15	93.8	1	20.0	16	76.2	11.4	1	0.001
	Si	1	6.3	4	80.0	5	23.8			
Colección	No	14	87.5	1	20.0	15	71.4	8.5	1	0.004
	Si	2	12.5	4	80.0	6	28.6			
Tipo de colección	Simple	1	50.0	0	0.0	1	16.7	2.4	1	0.121
	Complejo	1	50.0	4	100.0	5	83.3			
Peristalsis	Presente	10	62.5	2	40.0	12	57.1	0.8	1	0.375
	Disminuida	6	37.5	3	60.0	9	42.9			
Ecogenicidad de la pared intestinal	Normal	8	50.0	0	0.0	8	38.1	4.0	1	0.044
	Aumentada	8	50.0	5	100.0	13	61.9			
Total		16	100.0	5	100.0	21	100.0			
Grosor	Entre 1 mm y 2.7 (normal)	8	50.0	2	40.0	10	47.6	0.2	1	0.696
	>2.7 mm (grosor aumentado)	8	50.0	3	60.0	11	52.4			
Neumatosis	No	14	87.5	4	80.0	18	85.7	0.2	1	0.676
	Si	2	12.5	1	20.0	3	14.3			
Total		16	100.0	5	100.0	21	100.0			

gl= Grados de libertad

*Se considera que existe una correlación significativa si el valor de $p < 0.05$

Fuente: Expediente clínico

Cuadro 4C: Asociación entre los hallazgos ultrasonográficos y la evolución clínica, en los recién nacidos con enterocolitis atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.

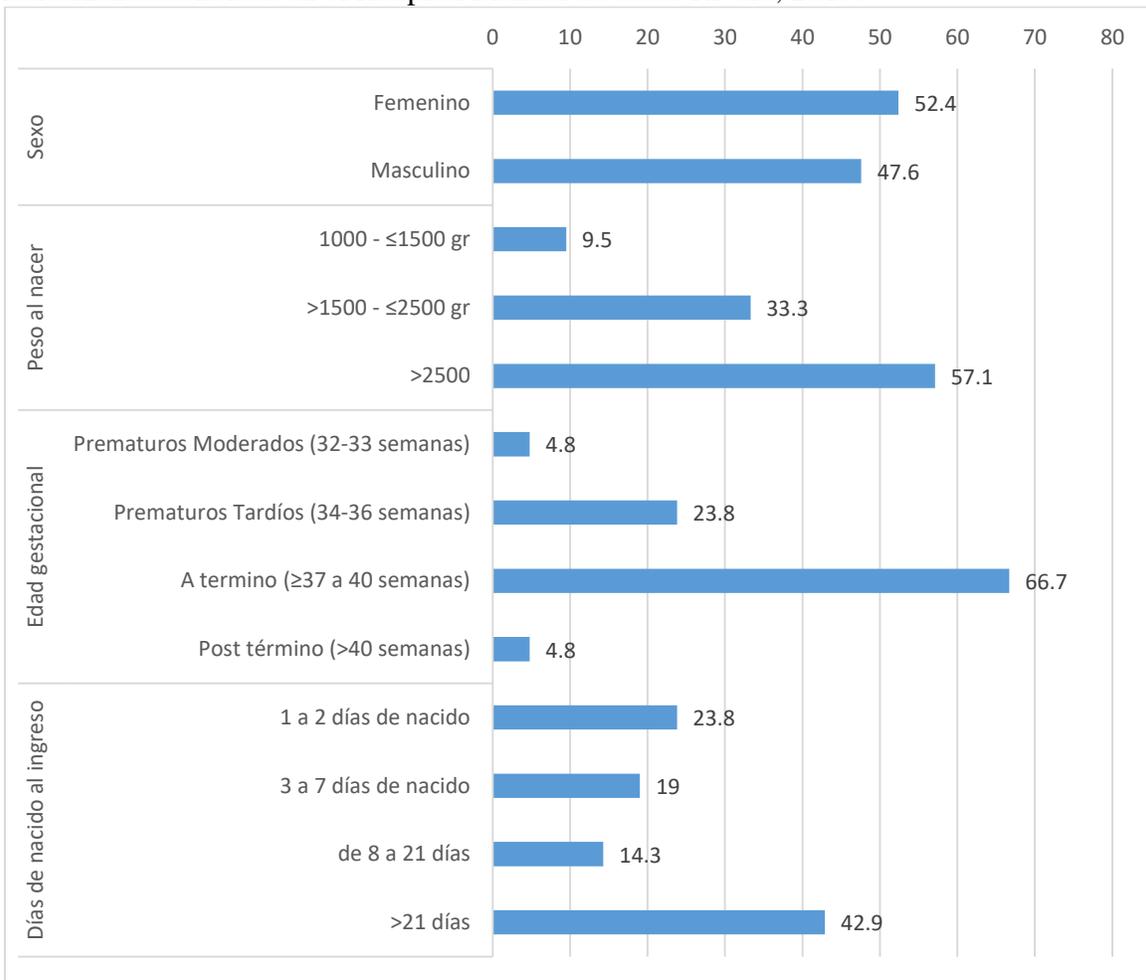
	Evolución desfavorable												T de Student
	Evolución favorable						Evolución desfavorable						
	N	M	Md	DE	Min	Máx	N	M	Md	DE	Min	Máx	
Grosor de la pared (mm)	16	2.8	2.5	0.8	2.0	4.0	5	3.6	3.4	1.7	2.0	6.0	0.432
Diámetro del intestino delgado (mm)	16	15.0	15.0	3.1	6.0	20.0	5	16.6	15.0	2.7	14.0	20.0	0.176
Diámetro del intestino grueso (mm)	16	23.8	24.0	5.9	10.0	35.0	5	26.0	26.0	4.2	20.0	30.0	0.111
PS de la AMS (cm/sg)	16	53.2	54.0	14.5	24.0	87.0	5	55.8	54.0	11.5	40.0	72.0	0.823
PD de la AMS (cm/sg)	16	17.9	16.0	6.4	11.0	28.0	5	9.2	9.0	1.8	7.0	11.0	0.043
IR de la AMS	16	0.7	0.8	0.1	0.6	0.9	5	0.8	0.8	0.0	0.7	0.8	0.652
PS de la AC (cm/sg)	16	72.6	64.0	28.6	39.0	170.0	5	69.6	66.0	10.1	61.0	84.0	0.242
PD de la AC (cm/sg)	16	23.3	21.5	9.7	14.0	37.0	5	13.6	14.0	2.3	10.0	16.0	0.039
IR de la AC (cm/sg)	16	0.7	0.8	0.1	0.6	0.8	5	0.7	0.7	0.1	0.6	0.8	0.721
PS de la AM (cm/sg)	16	9.3	9.0	3.3	4.0	14.0	5	9.4	10.0	2.8	6.0	12.0	0.555
PD de la AM (cm/sg)	16	3.5	4.0	1.2	2.0	6.0	5	2.2	2.0	0.4	2.0	3.0	0.049
IR de la AM (cm/sg)	16	0.7	0.7	0.0	0.6	0.8	5	0.71	0.7	0.02	0.7	0.8	0.981

AMS=Arteria mesentérica superior; AC=Arteria celiaca; M= Flujo mural

PS=Velocidad pico sístole; PD=Velocidad en fin de diástole; IR=Índice de resistencia

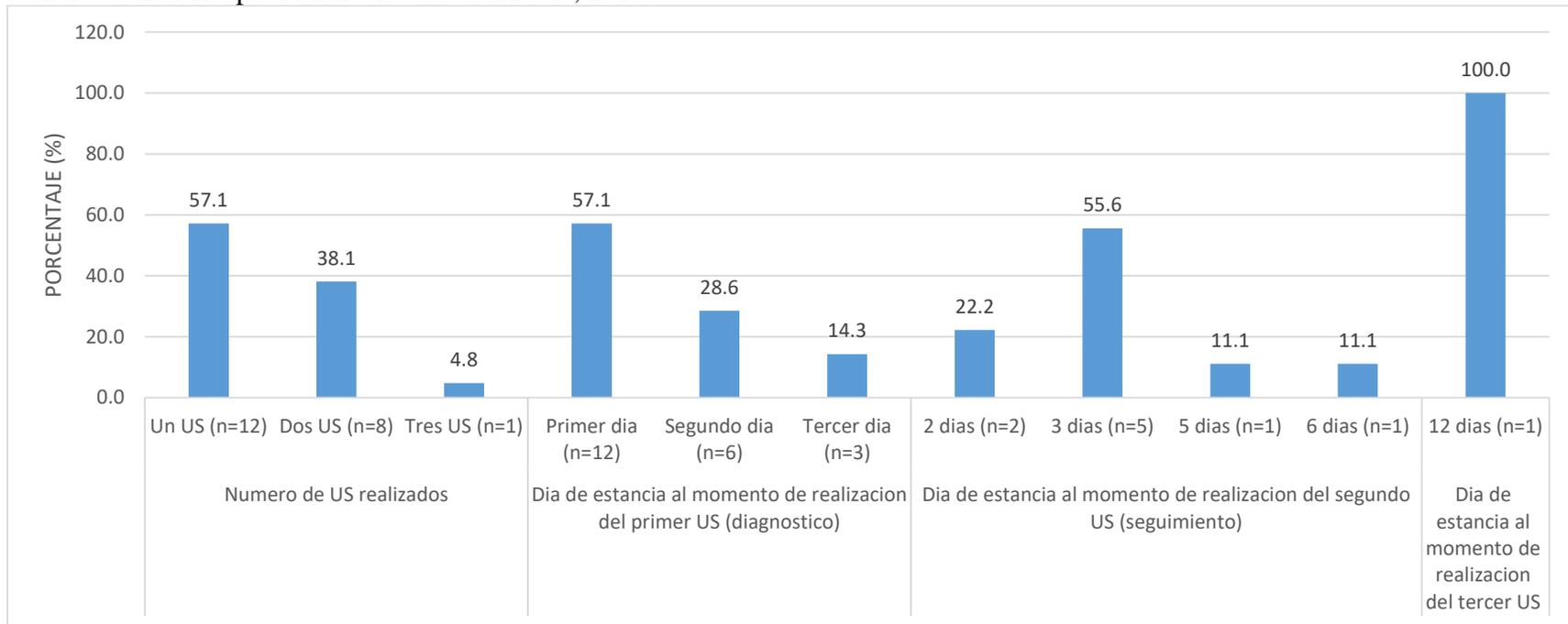
Fuente: Expediente clínico

Gráfico 1: Características generales de recién nacidos con diagnóstico de enterocolitis necrotizante atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.



Fuente: Cuadro 1

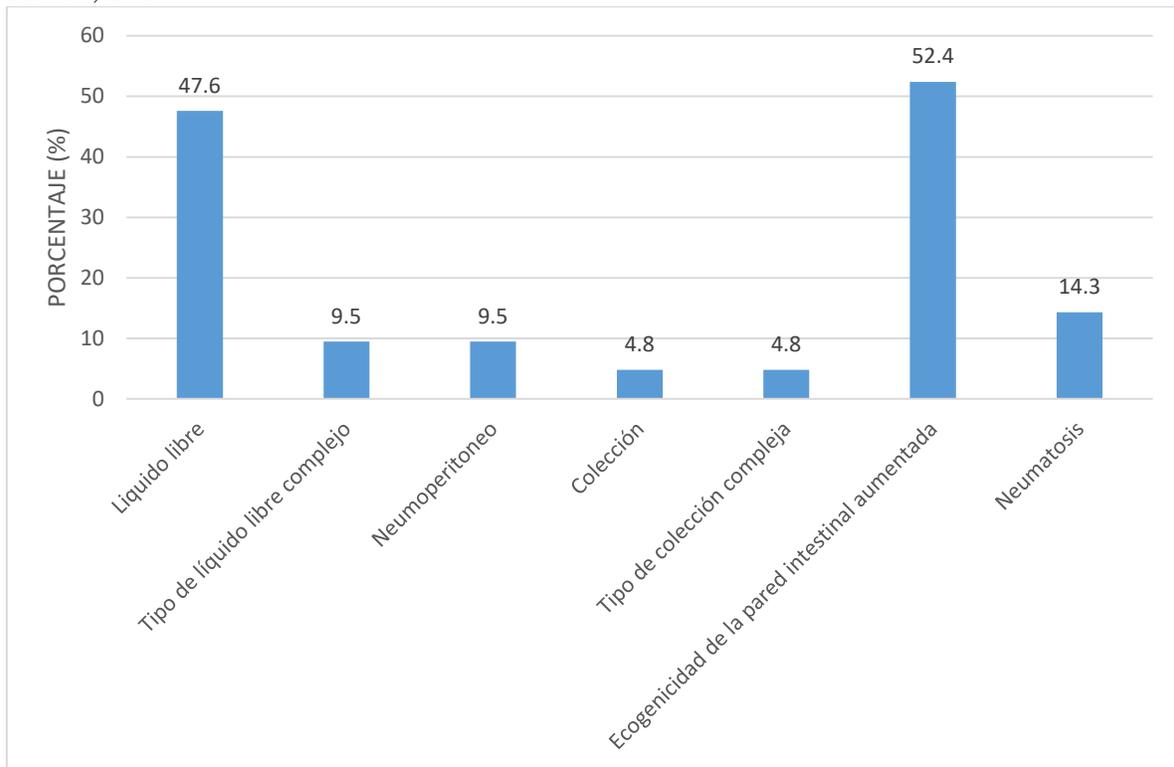
Gráfico 2A: Frecuencia de realización y hallazgos del ultrasonido diagnóstico y de seguimiento en recién nacidos con enterocolitis atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.



Nota: En los 21 casos estudiados se realizó al menos 1 ultrasonido abdominal diagnóstico, en 9 casos se realizó un segundo ultrasonido de seguimiento y en 1 caso se realizó un tercer ultrasonido de seguimiento.

Fuente: Cuadro 2A

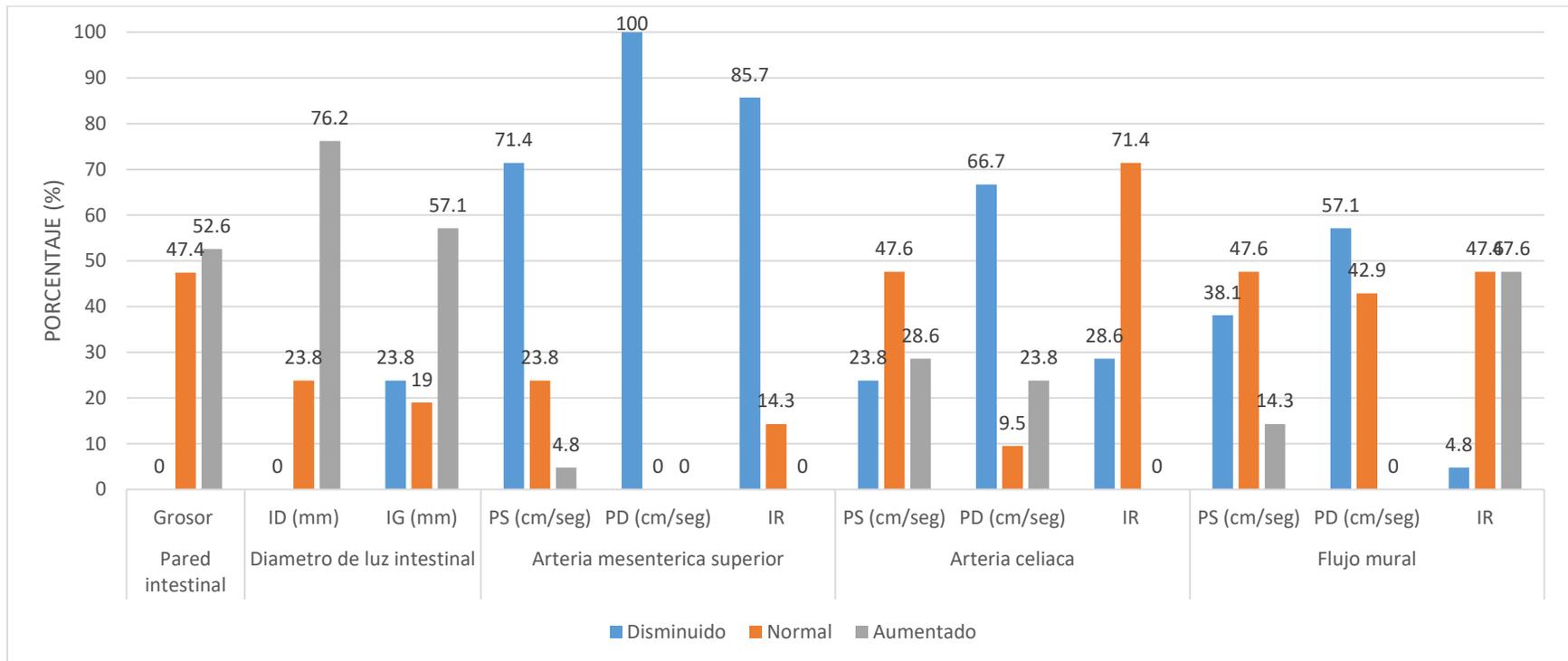
Gráfico 2B: Frecuencia de realización y hallazgos del ultrasonido diagnóstico y de seguimiento en recién nacidos con enterocolitis atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.



Nota: En el 100% de los casos en el US diagnóstico se detectó al menos 1 hallazgo ultrasonográfico sugestivo de ECN.

Fuente: Cuadro 2A

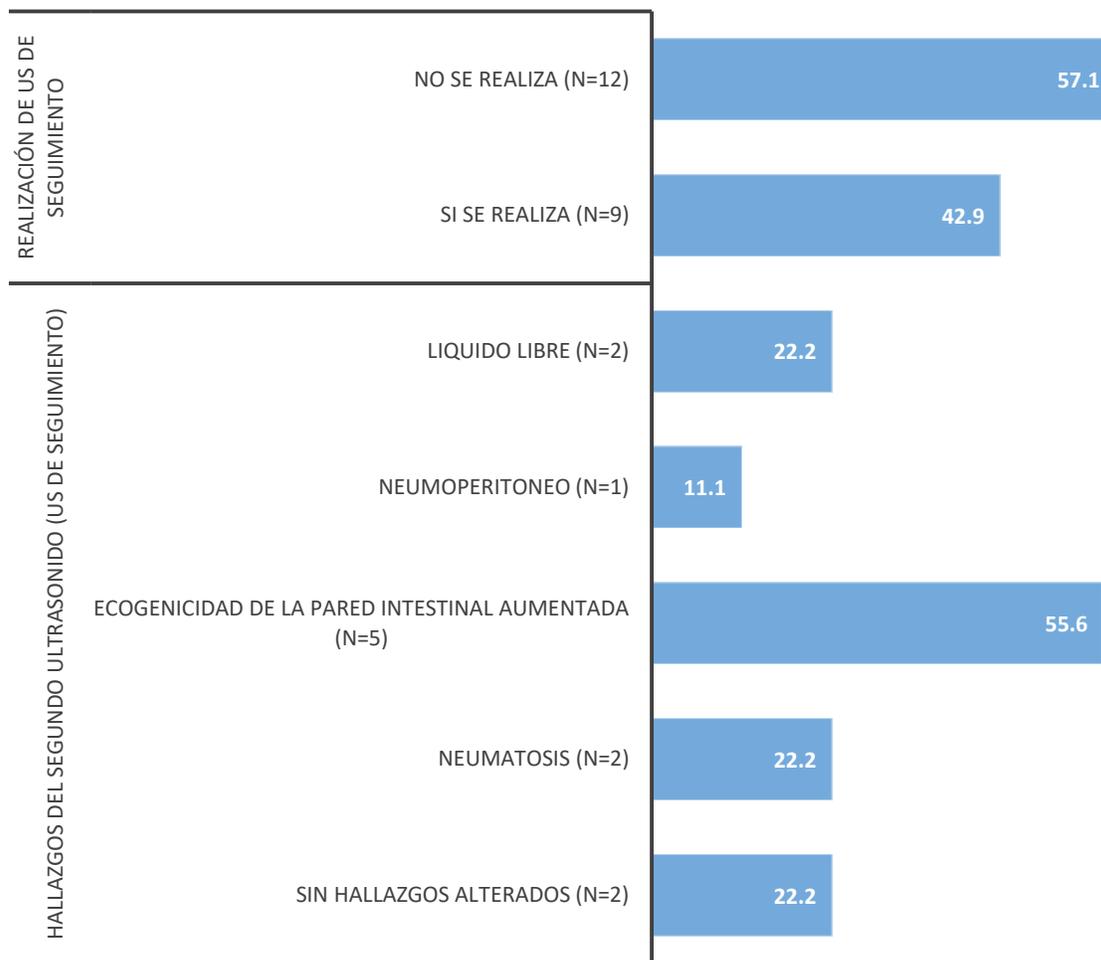
Gráfico 2C: Frecuencia realización y hallazgos del ultrasonido diagnóstico y de seguimiento en recién nacidos con enterocolitis atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.



DLI=Diámetro de luz intestinal; AMS=Arteria mesentérica superior; AC=Arteria celiaca; M= Flujo mural; PS=Velocidad pico sístole; PD=Velocidad en fin de diástole; IR=Índice de resistencia.

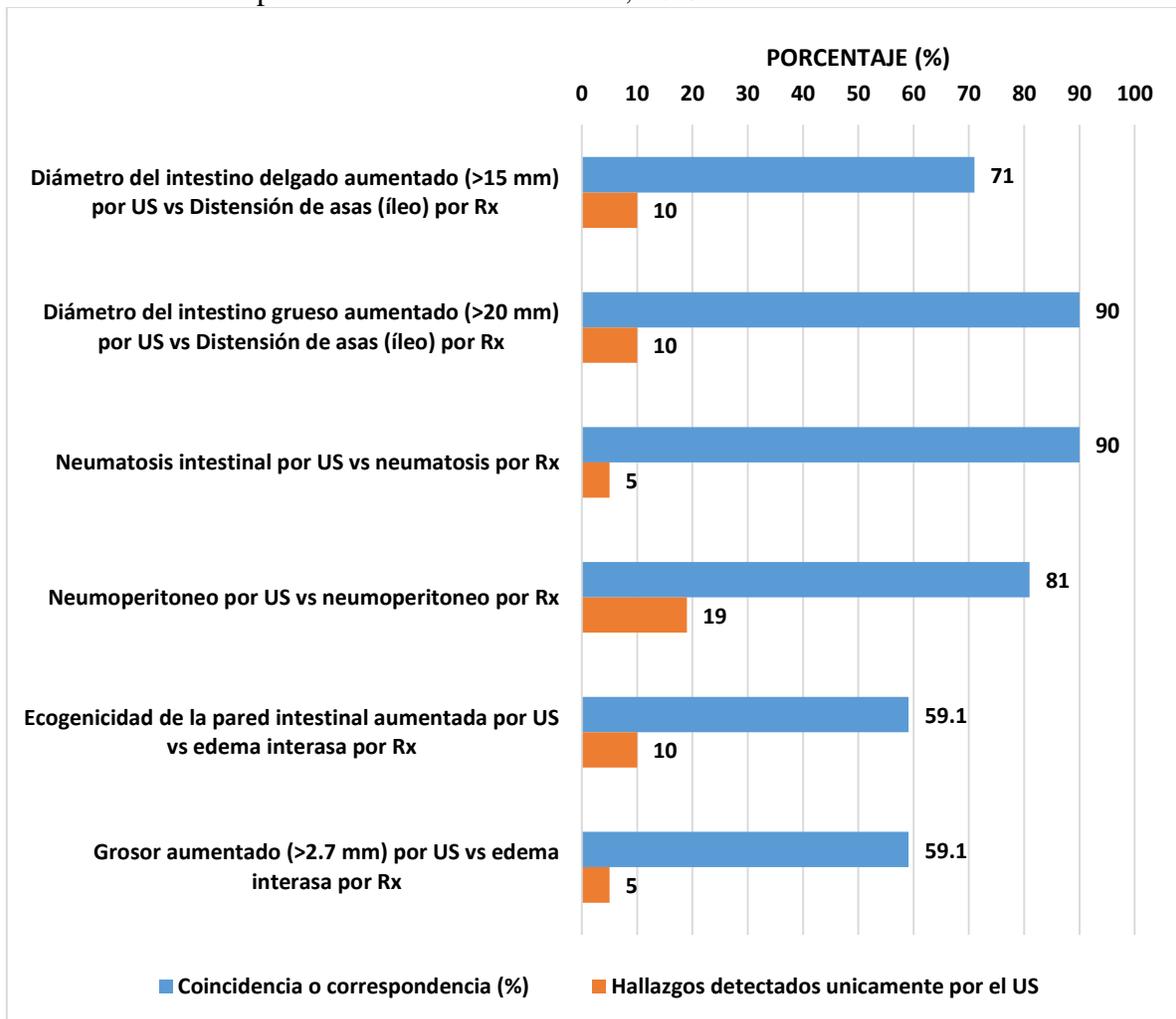
Fuente: Cuadro 2C

Gráfico 2D: Frecuencia de realización y hallazgos del ultrasonido diagnóstico y de seguimiento en recién nacidos con enterocolitis atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.



Fuente: Cuadro 2D

Grafica 3A. Grado de correspondencia entre los hallazgos ultrasonográficos al diagnóstico y los hallazgos por radiografía simple de abdomen y proporción de casos con hallazgos relevantes observados por US pero no por radiografía, en los recién nacidos con enterocolitis atendidos en el Hospital Manuel de Jesús Rivera, 2019.



Fuente: Cuadro 3A