

Universidad Cardenal Miguel Obando Bravo

Facultad de Ciencias de la Salud



Tesis Monográfica para optar al título de Médico General

Línea de investigación: Salud y bienestar

Línea específica de investigación: Pediatría

Relación entre gasometría de cordón umbilical, puntaje de APGAR y evolución clínica en neonatos con asfixia neonatal, Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

AUTOR(A)

- Acosta-Alvarado, Thais Adriana. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7131-6768>
- Alvarado-Acevedo, Erick Moisés. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0621-5823>
- Bermúdez-Somarriba, Alexa Abigail. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3072-5754>

Managua, Nicaragua – Julio de 2026

Universidad Cardenal Miguel Obando Bravo

Facultad de Ciencias de la Salud



Tesis Monográfica para optar al título de Médico General

Línea de investigación: Salud y bienestar

Línea específica de investigación: Pediatría

Relación entre gasometría de cordón umbilical, puntaje de APGAR y evolución clínica en neonatos con asfixia neonatal, Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

AUTOR(A)

- Acosta-Alvarado, Thais Adriana. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7131-6768>
- Alvarado-Acevedo, Erick Moisés. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0621-5823>
- Bermúdez-Somarriba, Alexa Abigail. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3072-5754>

REVISORES DE LA INVESTIGACIÓN

TUTOR CIENTÍFICO Y METODOLÓGICO

Dr. Juan Enrique González Obando

Especialista en Pediatría

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5144-6106>

REVISOR DE CONTENIDO

Dr. Francisco Hiram Otero Pravia

Decano de FCM, UNICA

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5520-536X>

REVISOR Y CORRECTOR DE ESTILO

Dra. Xochilt Xilónem Urrutia Marín

Coordinadora de área clínica / FCM, UNICA

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9309-4584>

Managua, Nicaragua – Julio de 2026

CARTA AVAL DE TUTOR CIENTÍFICO Y METODOLÓGICO

Aceptando la tutoría de investigación

14 de abril de 2026

Managua, Nicaragua

Dr. Francisco Otero Pravia

Decano Facultad Ciencias Médicas UNICA

Comité de investigación de las Ciencias Médicas UNICA

Estimado Dr. Otero

Por este medio, yo **Dr. Juan Enrique González Obando** hago contar que he revisado la propuesta del perfil de protocolo realizado por los estudiantes de Medicina General: **Thais Adriana Acosta Alvarado, Erick Moisés Alvarado Acevedo, Alexa Abigail Bermúdez Somarriba**. Quienes llevarán a cabo la tesis titulada: **Relación entre gasometría de cordón umbilical, puntaje de APGAR y evolución clínica en neonatos con asfixia neonatal, Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, período enero-diciembre 2025**. Con el objetivo de optar al título de Doctor en Medicina y Cirugía, por lo antes mencionado accedo a la solicitud de su tutoría científica.

Quedo a su disposición.

Dr. Juan González Obando

ESPECIALISTA EN
PEDIATRÍA
CÓD. MINSA 84328

Dr. Juan Enrique González Obando
Especialista en Pediatría
Docente de la Cátedra de Pediatría-UNICA

Dedicatoria
Thais Acosta

Dedicado a mis padres y a mis abuelos Damaris y Armando por su amor incondicional, sus enseñanzas, su apoyo constante y por creer en mí en cada paso de este camino. Este logro también les pertenece. Con todo mi cariño y eterna gratitud.

Erick Alvarado

A mis padres por ser el apoyo incondicional en este largo camino, por ser mi ayuda en todo momento; por creer en mí y alentarme para ser una mejor persona. También dedicado a mis abuelos Rene y Rosalina de Acevedo por enseñarme que los sueños se alcanzan con esfuerzo, dedicación, perseverancia, pero sobre todo con valentía.

Alexa Bermúdez

Dedico esta tesis con todo mi corazón a mis padres. Gracias por su amor incondicional, por cada sacrificio silencioso, por las madrugadas acompañándome, por creer en mí incluso cuando yo dudaba, y por enseñarme con el ejemplo el valor del esfuerzo y la perseverancia. Sin su apoyo, su paciencia y sus palabras de aliento, este logro no habría sido posible. Esta victoria también es de ustedes.

Agradecimientos

Thais Acosta

Agradezco primeramente a Dios por haber guiado mis pasos en este camino, por la sabiduría brindada y su protección. A mis padres por su apoyo, por cada consejo, son el mejor ejemplo para seguir en este camino de la medicina. A mis abuelos por su amor, cuido y apoyo incondicional. A mi tía por estar para mí como una segunda mamá. A mi novio por su amor, paciencia y comprensión. Por último y no menos importante, a mi mejor amigo peludo; Marshall gracias por desvelarte conmigo todas esas noches de estudio.

Erick Alvarado

Al eterno por permitirme darme sabiduría, entendimiento, fuerza y valentía para seguir en este camino, por siempre tener su presencia y protección en cada paso que tomaba. A mis padres por los sacrificios realizados para ayudarme a alcanzar esta meta. Agradezco a mi tío y abuelos paternos por brindarme su ayuda, apoyo y aliento para poder culminar este proceso. Y por último a todas aquellas personas que de una u otra manera, formaron parte de este camino. Gracias por su apoyo, su cariño, su comprensión y sus palabras de aliento en los momentos difíciles. Su compañía, su cariño y motivación fueron fundamentales para mi crecimiento profesional tanto como personal; dejando enseñanzas y recuerdos que siempre llevaré conmigo. Este logro también es de ustedes por cada enseñanza y cada muestra de cariño que fueron fundamentales para llegar hasta aquí.

Alexa Bermúdez

A Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría y la oportunidad de alcanzar esta meta. A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y por ser mi mayor inspiración. Este logro también les pertenece a ustedes. ¡Gracias por creer siempre en mí!

Resumen

Introducción: La asfixia neonatal es una de las principales causas de morbilidad neonatal. La gasometría de cordón umbilical constituye una herramienta objetiva para evaluar el estado ácido-base al nacimiento y complementar la valoración clínica del recién nacido mediante el puntaje de APGAR.

Objetivo: Determinar la relación entre la gasometría de cordón umbilical, el puntaje de APGAR y la evolución clínica en neonatos con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx durante el período enero-diciembre de 2025.

Material y métodos: Estudio observacional, analítico, correlacional, retrospectivo y de corte transversal, realizado en 70 neonatos con diagnóstico de asfixia neonatal. Se empleó estadística descriptiva e inferencial mediante correlación de Pearson, prueba t de Student, Chi cuadrado y prueba exacta de Fisher, considerando significancia estadística de $p < 0.05$.

Resultados: Predominó el sexo masculino, del área urbana (91.4%) y el grupo etario de 20 a 35 años (50.0%). La preeclampsia fue la patología materna más frecuente y la pérdida del bienestar fetal el principal factor de riesgo obstétrico. El peso promedio al nacer fue de 3129.79 ± 450.53 g y la edad gestacional promedio de 38.34 ± 1.02 semanas. El puntaje de APGAR presentó una media de 4.54 ± 1.07 al primer minuto y 7.49 ± 1.07 al quinto minuto. La gasometría de cordón umbilical mostró un pH de 7.10 ± 0.11 , pCO_2 de 46.67 ± 10.63 mmHg, lactato de 8.17 ± 3.12 mmol/L y exceso de base de -9.33 ± 4.34 mmol/L. El pH presentó la mayor correlación con el APGAR al primer ($r = 0.870$) y quinto minuto ($r = 0.743$), mientras que la encefalopatía hipóxico-isquémica, la enterocolitis necrotizante y el choque cardiogénico mostraron diferencias significativas en los parámetros gasométricos ($p < 0.05$). Los neonatos con encefalopatía hipóxico-isquémica, enterocolitis necrotizante y choque cardiogénico presentaron alteraciones significativamente mayores en los parámetros de la gasometría de cordón umbilical ($p < 0.05$).

Conclusiones: La gasometría de cordón umbilical mostró una relación significativa con el puntaje de APGAR y con la evolución clínica de los neonatos con asfixia neonatal. El pH presentó la correlación más fuerte con el APGAR, mientras que las alteraciones del pH, pCO_2 , lactato y exceso de base se asociaron con un mayor riesgo de complicaciones neonatales.

Palabras clave: Asfixia neonatal; gasometría de cordón umbilical; APGAR.

Abstract

Introduction: Neonatal asphyxia is one of the leading causes of neonatal morbidity and mortality. Umbilical cord blood gas analysis is an objective tool for assessing the newborn's acid-base status at birth and complements the clinical evaluation performed using the APGAR score.

Objective: To determine the relationship between umbilical cord blood gas analysis, APGAR score, and clinical outcomes in neonates with neonatal asphyxia treated at Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx during the period from January to December 2025.

Materials and Methods: An observational, analytical, correlational, retrospective, and cross-sectional study was conducted in 70 neonates diagnosed with neonatal asphyxia. Descriptive and inferential statistical analyses were performed using Pearson's correlation, Student's t-test, Chi-square test, and Fisher's exact test, considering statistical significance at $p < 0.05$.

Results: Male neonates predominated, as did mothers from urban areas (91.4%) and those aged 20–35 years (50.0%). Preeclampsia was the most frequent maternal condition, while fetal distress was the main obstetric risk factor. Mean birth weight was 3129.79 ± 450.53 g, and mean gestational age was 38.34 ± 1.02 weeks. The mean APGAR score was 4.54 ± 1.07 at one minute and 7.49 ± 1.07 at five minutes. Umbilical cord blood gas analysis showed a mean pH of 7.10 ± 0.11 , $p\text{CO}_2$ of 46.67 ± 10.63 mmHg, lactate of 8.17 ± 3.12 mmol/L, and base excess of -9.33 ± 4.34 mmol/L. Umbilical cord pH showed the strongest correlation with the APGAR score at one minute ($r = 0.870$) and five minutes ($r = 0.743$). In addition, neonates with hypoxic-ischemic encephalopathy, necrotizing enterocolitis, and cardiogenic shock exhibited significantly greater alterations in umbilical cord blood gas parameters ($p < 0.05$).

Conclusions: Umbilical cord blood gas analysis showed a significant relationship with the APGAR score and the clinical outcomes of neonates with neonatal asphyxia. Umbilical cord pH demonstrated the strongest correlation with the APGAR score, whereas alterations in pH, $p\text{CO}_2$, lactate, and base excess were associated with an increased risk of neonatal complications.

Keywords: Neonatal asphyxia; umbilical cord blood gas analysis; APGAR score

Índice de contenido

1.	Introducción.....	12
2.	Antecedentes.....	14
3.	Contexto del problema.....	20
4.	Pregunta de investigación	22
5.	Objetivos	23
5.1	Objetivo general	23
5.2	Objetivos específicos	23
6.	Justificación	24
7.	Limitantes de la investigación.....	26
8.	Marco teórico	27
8.1	Marco referencial	27
8.2	Marco conceptual.....	29
9.	Marco metodológico	43
9.1	Tipo de investigación	43
9.2	Hipótesis de investigación	43
9.3	Definición operativa de las variables.....	44
9.4	Población y muestra	50
9.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	51
9.6	Validez y confiabilidad de los instrumentos	52
9.7	Procedimientos para el procesamiento y análisis de información	53
9.8	Consideraciones éticas	55
10.	Resultados	56
11.	Análisis	85
12.	Conclusiones	97
13.	Recomendaciones	98

14. Bibliografía.....	99
15. Anexos.....	103

Índice de tablas

Tabla 1: Matriz de operacionalización de variables	45
Tabla 2: Características sociodemográficas de los neonatos con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025	56
Tabla 3: Características maternas de los neonatos con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025.....	58
Tabla 4: Factor de riesgo obstétrico de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025.....	59
Tabla 5: Características neonatales de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025.....	60
Tabla 6:: Estadísticos descriptivos de los datos neonatales de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025...	61
Tabla 7: Resultados del APGAR al primer y quinto minuto de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025...	62
Tabla 8: Resultados de gasometría de cordón umbilical de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025...	63
Tabla 9: Evolución clínica de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025	64
Tabla 10: Complicaciones de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025	66
Tabla 11: APGAR al primer minuto vs pH de cordón umbilical de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025...	67
Tabla 12: APGAR al primer minuto vs pCO ₂ de cordón umbilical de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025	68
Tabla 13: APGAR al primer minuto vs lactato de cordón umbilical de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025	69

Tabla 14: APGAR al primer minuto vs BE de cordón umbilical de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025...	70
Tabla 15: APGAR al quinto minuto vs pH de cordón umbilical de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025...	71
Tabla 16: APGAR al quinto minuto vs pCO ₂ de cordón umbilical de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025	72
Tabla 17: APGAR al quinto minuto vs lactato de cordón umbilical de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025	73
Tabla 18: APGAR al quinto minuto vs BE de cordón umbilical de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025...	74
Tabla 19: Relación entre resultados de gasometría de cordón umbilical y encefalopatía hipóxica isquémica en pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025	76
Tabla 20: Relación entre resultados de gasometría de cordón umbilical y hemorragia intraventricular en pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025	78
Tabla 21: Relación entre resultados de gasometría de cordón umbilical y enterocolitis necrotizante en pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025	80
Tabla 22: Relación entre resultados de gasometría de cordón umbilical y sangrado de tubo digestivo alto en pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025	82
Tabla 23: Relación entre resultados de gasometría de cordón umbilical y choque cardiogénico en pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025	84

1. Introducción

La asfixia neonatal constituye una de las principales causas de morbilidad en el período neonatal. Esta condición se produce como consecuencia de una disminución del intercambio gaseoso antes, durante o inmediatamente después del nacimiento, provocando hipoxemia, hipercapnia y acidosis metabólica, con potencial afectación multiorgánica. Entre las complicaciones más frecuentes se encuentran la encefalopatía hipóxico-isquémica, convulsiones, insuficiencia respiratoria, alteraciones cardiovasculares, lesión renal aguda y, en los casos más graves, la muerte neonatal. (Gillam & Gowen, 2024)

La identificación temprana de los recién nacidos con riesgo de presentar complicaciones secundarias a asfixia neonatal resulta fundamental para establecer medidas terapéuticas oportunas y mejorar el pronóstico. En este contexto, la evaluación clínica mediante el puntaje de APGAR y la valoración bioquímica a través de la gasometría de cordón umbilical representan herramientas ampliamente utilizadas en la práctica neonatal.

El puntaje de APGAR permite valorar de forma rápida el estado general del recién nacido mediante la evaluación de cinco parámetros clínicos: frecuencia cardíaca, esfuerzo respiratorio, tono muscular, irritabilidad refleja y coloración. Aunque constituye una herramienta útil para orientar la necesidad de reanimación y valorar la adaptación neonatal inmediata, su utilidad aislada para predecir asfixia neonatal y evolución clínica puede verse limitada por diversos factores maternos, fetales y perinatales. (Finster & Wood, 2023)

Por otra parte, la gasometría de cordón umbilical proporciona información objetiva sobre el estado ácido-base del recién nacido al momento del nacimiento, permitiendo identificar acidosis metabólica, hipoxemia y otros trastornos asociados con sufrimiento fetal y asfixia perinatal. Parámetros como el pH, exceso de base, bicarbonato y presión parcial de dióxido de carbono han demostrado asociación con la gravedad de la asfixia y el riesgo de complicaciones neurológicas y sistémicas. (Armstrong & Stenson, 2017)

Diversos estudios han sugerido que la combinación del puntaje de APGAR y los hallazgos de la gasometría de cordón umbilical podría ofrecer una mejor capacidad predictiva de la evolución clínica neonatal que cada herramienta por separado. Sin embargo, la evidencia

disponible continúa siendo variable, particularmente en contextos hospitalarios de recursos limitados y poblaciones latinoamericanas.

En Nicaragua, la asfixia neonatal continúa representando una causa importante de ingreso a unidades de cuidados intensivos neonatales y de mortalidad neonatal. No obstante, existe escasa información local que relacione los hallazgos de la gasometría de cordón umbilical y el puntaje de APGAR con la evolución clínica de los neonatos afectados.

Por ello, el presente estudio pretende determinar la relación entre la gasometría de cordón umbilical, el puntaje de APGAR y la evolución clínica en neonatos con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx durante el período enero-diciembre 2025, con el propósito de generar evidencia que contribuya a una mejor identificación temprana de los pacientes con mayor riesgo de complicaciones y facilite la toma de decisiones clínicas oportunas.

2. Antecedentes

La presente investigación se enmarca dentro de la línea de investigación de salud y bienestar y la sublínea de pediatría, específicamente en el estudio de factores pronósticos y evolución clínica de la asfixia neonatal. Esta temática ha adquirido relevancia debido al impacto que la hipoxia perinatal tiene sobre la morbilidad neonatal y las secuelas neurológicas a largo plazo.

2.1. Antecedentes internacionales

Taheripناه y col., en 2020, realizaron un estudio en Teherán, Irán, con el objetivo de investigar la relación entre los gases de sangre del cordón umbilical y la asfixia neonatal como criterios útiles para identificar sufrimiento fetal y complicaciones del trabajo de parto. Se trató de un estudio descriptivo transversal. Se incluyeron 101 partos vaginales y 49 cesáreas. A todos los neonatos se les realizó toma de muestras arteriales y venosas del cordón umbilical inmediatamente después del nacimiento, evaluando pH, PCO₂, PO₂, saturación de oxígeno, lactato y exceso de bases; además, se registró el puntaje de APGAR al minuto y a los 5 minutos. Los participantes se dividieron en dos grupos: neonatos con sufrimiento fetal intraparto y neonatos sin sufrimiento fetal.

Los autores encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. El lactato venoso fue mayor en los neonatos con sufrimiento fetal (20.96 ± 5.5 frente a 9.98 ± 2.76 ; $p < 0.000$). También se observaron diferencias en el pH venoso ($p < 0.000$), exceso de base venoso (-8.21 ± 6.69 frente a -4.07 ± 4.32 ; $p = 0.002$), exceso de base arterial ($p = 0.038$), PCO₂ venoso (68.99 ± 104.02 frente a 44.19 ± 8.42 ; $p < 0.000$) y PCO₂ arterial (56.38 ± 14.6 frente a 46.54 ± 9.15 ; $p = 0.002$). De igual forma, el puntaje de APGAR fue significativamente menor en el grupo con sufrimiento fetal tanto al minuto (5.88 ± 2.05 frente a 8.81 ± 0.65 ; $p < 0.000$) como a los 5 minutos (8.50 ± 1.28 frente a 9.86 ± 0.45 ; $p < 0.000$). Además, un APGAR menor de 7 a los 5 minutos se asoció de forma inversa con el exceso de base arterial y venoso y con el pH venoso.

Los autores concluyeron que el análisis de gases del cordón umbilical, especialmente el lactato, constituye un predictor útil de asfixia fetal al nacimiento, y que la combinación de estos parámetros con el puntaje de APGAR podría ayudar a identificar tempranamente a los neonatos con mayor riesgo de complicaciones. (Taheripناه y otros, 2020)

Mayol y col., en 2021, realizaron un estudio en Murcia, España, cuyo objetivo era evaluar la correlación entre las puntuaciones del test de APGAR y los valores de la gasometría arterial al nacimiento. Se desarrolló un estudio descriptivo transversal de prevalencia. Se analizaron como variables dependientes las puntuaciones del APGAR al minuto de vida y, como variables independientes, el pH, la presión parcial de dióxido de carbono (pCO_2) y el déficit de base obtenidos mediante gasometría de arteria umbilical al nacimiento.

Los resultados mostraron una correlación significativa entre el APGAR y el pH fetal ($p=0.002$; coeficiente de Pearson= $+0.175$), la pCO_2 ($p=0.0001$; coeficiente de Pearson= -0.203) y el déficit de base ($p=0.032$; coeficiente de Pearson= $+0.121$). Asimismo, los neonatos con APGAR patológico (<7) presentaron valores significativamente más alterados de pH fetal (7.216 frente a 7.263; $p=0.0003$), pCO_2 (59.231 frente a 53.044 mmHg; $p=0.0001$) y déficit de base (-6.418 frente a -4.667 mEq/L; $p=0.011$) en comparación con aquellos con APGAR normal. Además, los recién nacidos con APGAR patológico tuvieron 2.555 veces más probabilidad de presentar acidosis fetal ($p=0.006$), 2.675 veces más probabilidad de presentar hipercapnia ($p=0.004$) y 4.758 veces más probabilidad de presentar déficit de base anormal ($p=0.001$). También se encontró que los neonatos con APGAR patológico tenían 3.556 veces más probabilidad de presentar acidosis metabólica al nacimiento ($p=0.018$).

Los autores concluyeron que existe una correlación significativa entre el test de APGAR al minuto de vida y los valores de pH, pCO_2 y déficit de base obtenidos mediante gasometría arterial al nacimiento. Además, señalaron que las acidosis respiratorias tienden a ser subestimadas cuando se utiliza únicamente el APGAR como herramienta. (Mayol y otros, 2022)

Bajgain y col., en 2025, realizaron un estudio en Katmandú, Nepal, cuyo objetivo era evaluar la correlación entre el pH de sangre de cordón umbilical y la gravedad de la asfixia perinatal. Se desarrolló un estudio prospectivo observacional en la unidad de cuidados intensivos neonatales. Se analizaron variables como APGAR al minuto y a los 5 minutos, necesidad de reanimación, estancia en UCI neonatal, ventilación mecánica, convulsiones, inicio de alimentación oral, mortalidad y estancia hospitalaria, utilizando el pH de cordón umbilical como variable principal.

Los resultados mostraron que un menor pH de cordón umbilical se asoció significativamente con mayor gravedad de encefalopatía hipóxico-isquémica. Los neonatos sin encefalopatía presentaron un pH promedio de 7.24, mientras que aquellos con encefalopatía grave tuvieron un pH promedio de 6.8. El análisis reveló una correlación negativa moderadamente fuerte entre el pH de cordón y la gravedad de la encefalopatía, con un coeficiente de Pearson de -0.634 y un valor de $p=0.000$. Además, el análisis ANOVA demostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de gravedad de encefalopatía ($F=32.917$; $p<0.001$). La mortalidad fue de 7%, ocurriendo exclusivamente en los neonatos con encefalopatía grave. Asimismo, los casos más severos presentaron mayor frecuencia de convulsiones, estancias prolongadas en UCI neonatal y retraso en el inicio de la alimentación oral.

Se concluye que el pH bajo de cordón umbilical constituye un marcador importante para predecir la gravedad de la encefalopatía hipóxico-isquémica y los desenlaces neonatales adversos, estancia prolongada en cuidados intensivos y mortalidad. (Bajgain y otros, 2025)

Himanshi y col., en 2025, realizaron un estudio en Dehradun, India, con el objetivo de correlacionar el pH de sangre de cordón umbilical con la asfixia perinatal y los desenlaces neurológicos neonatales tempranos. Se desarrolló un estudio longitudinal durante 18 meses en la unidad neonatal. La muestra estuvo conformada por 51 neonatos a término con asfixia perinatal. Se registraron APGAR, pH de cordón, pCO_2 , exceso de base, convulsiones, lesión renal aguda, shock, necesidad de ventilación mecánica y desenlace final.

Los resultados mostraron un pH promedio de cordón umbilical de 6.93 ± 0.0684 y un APGAR promedio a los 5 minutos de 5.61 ± 1.63 . Todos los neonatos con asfixia severa (APGAR <3) desarrollaron shock y requirieron ventilación mecánica, en comparación con 16.7% y 73.3% respectivamente en el grupo con asfixia moderada y 0% y 17.6% en el grupo normal ($p=0.001$). La mortalidad fue significativamente mayor en los neonatos con APGAR severamente bajo, alcanzando 66.7%, mientras que no se registraron muertes en el grupo con APGAR normal ($p=0.024$). Asimismo, un pH de cordón ≤ 6.84 se asoció con mayor mortalidad (22.2% frente a 2.4%; $p=0.022$). Sin embargo, no se encontró una correlación estadísticamente significativa entre el pH de cordón y el APGAR a los 5 minutos, ni entre el pH y la puntuación neurológica HNNE ($p>0.05$).

Los autores concluyeron que el APGAR a los 5 minutos es un predictor importante de desenlaces clínicos inmediatos, como shock, ventilación mecánica y mortalidad. Por otro lado, aunque un pH de cordón muy bajo se asocia con mayor riesgo de muerte, su utilidad como predictor aislado es limitada. (Goel y otros, 2025)

2.2. Antecedentes regionales

Ulloa y col., en 2016, realizaron un estudio en Ciudad de México, México, cuya finalidad era determinar la relación entre los recién nacidos con asfixia perinatal y los niveles de lactato y pH de gasometría de cordón umbilical. Se desarrolló un estudio descriptivo, transversal y analítico. La muestra estuvo conformada por 63 neonatos con edad gestacional mayor de 28 semanas y peso mayor de 1,000 g, a quienes se les realizó gasometría de cordón umbilical con medición de pH y lactato.

Los resultados mostraron que los niveles de lactato variaron entre 2.0 y 17.0 mmol/L, con un promedio de 7.05 ± 4.03 mmol/L, mientras que el pH osciló entre 6.75 y 7.37, con un promedio de 7.12 ± 0.13 . Se encontró una correlación moderada entre el pH y el lactato de cordón umbilical ($r=0.56$). Los neonatos con asfixia leve y moderada presentaron un lactato promedio de 5.94 mmol/L y un pH promedio de 7.15, mientras que los casos de asfixia severa presentaron un lactato promedio de 12.29 mmol/L y un pH promedio de 7.01, con diferencia estadísticamente significativa ($p<0.05$). Asimismo, los niveles de lactato mayores de 10 mmol/L y pH menores de 7.0 se asociaron con mayor frecuencia de encefalopatía, dificultad respiratoria y afectación renal.

Los autores concluyeron que el pH y el lactato en sangre de cordón umbilical presentan una correlación moderada en los recién nacidos con asfixia perinatal; sin embargo, la combinación de un pH menor de 7.10 y lactato mayor de 10 mmol/L mostró una asociación más fuerte con asfixia perinatal grave y manifestaciones clínicas severas, especialmente encefalopatía, dificultad respiratoria y daño renal. (Ulloa y otros, 2016)

Calix Vilorio, en 2016, realizó un estudio en San Pedro Sula, Honduras, con el objetivo de correlacionar el test de APGAR con la gasometría en recién nacidos con diagnóstico de asfixia perinatal. Se trató de un estudio cuantitativo, transversal y correlacional. Se analizaron variables maternas y neonatales, así como la relación entre el pH y el APGAR utilizando el coeficiente de correlación de Pearson.

Los resultados mostraron que 34 neonatos (26.6%) presentaron pH menor de 7.0, 66 (51.6%) pH entre 7.0 y 7.18 y 28 (21.9%) pH mayor de 7.18. Además, 49.2% de las madres tenían entre 10 y 20 años y 19.5% correspondían a madres adolescentes. No se encontró correlación significativa entre la edad materna y el pH neonatal (Pearson=0.028; p=0.757), ni entre la condición de madre adolescente y el pH del recién nacido (Pearson=-0.003; p=0.970). Los autores reportaron que la correlación entre el test de APGAR y la gasometría fue débil, indicando que el APGAR por sí solo no refleja de forma precisa el grado de acidemia neonatal.

La autora concluyó que no existe una correlación significativa entre el puntaje de APGAR al quinto minuto y el pH del recién nacido con asfixia perinatal, por lo que el APGAR no debe utilizarse de forma aislada para establecer el diagnóstico o gravedad de la asfixia neonatal. (Calix, 2016)

2.3. Antecedentes nacionales

Loaisiga, en 2019, realizó un estudio en Managua, con el objetivo de evaluar la correlación clínica y gasométrica de los pacientes con diagnóstico de asfixia perinatal ingresados al servicio de neonatología del Nuevo Hospital Monte España. Se trató de un estudio descriptivo y prospectivo, en el que se incluyeron 33 recién nacidos con diagnóstico de asfixia perinatal que cumplían criterios de inclusión y contaban con gasometría de cordón umbilical realizada en la primera hora de vida.

Los resultados mostraron que la mayoría de las madres tenían entre 20 y 35 años (83%), eran primigestas (52%) y presentaban antecedentes de infecciones vaginales durante el embarazo (42%). En los neonatos predominó el sexo masculino (55%), la edad gestacional entre 37 y 41 semanas (76%) y el nacimiento por vía vaginal (52%). El sufrimiento fetal agudo fue la principal alteración intraparto en los casos de asfixia moderada (33%), mientras que en la asfixia severa predominó la distocia de la contracción uterina (6%). Además, el 61% de los neonatos con asfixia moderada presentó un pH mayor de 7.10, mientras que el 30% tuvo pH menor de 7.00. Entre las alteraciones gasométricas predominó la acidosis mixta en 45% de los casos de asfixia moderada, mientras que el 100% de los pacientes con asfixia severa presentó acidosis metabólica. Las complicaciones más frecuentes fueron las infectológicas, seguidas de las neurológicas, y la mortalidad registrada fue de 7%.

La autora concluyó que existe relación entre la gravedad clínica de la asfixia neonatal y las alteraciones gasométricas observadas en el cordón umbilical, especialmente la presencia de acidosis metabólica y mixta. (Loaisiga, 2019)

González Hernández, en 2024, realizó un estudio en León, Nicaragua, con el objetivo de determinar la correlación entre la gasometría de cordón umbilical y los neonatos con APGAR bajo al nacer en el Hospital Escuela Oscar Danilo Rosales Argüello. Se trató de un estudio retrospectivo, analítico y correlacional. La población estuvo conformada por 49 recién nacidos con APGAR menor de 7 al minuto de vida y con gasometría de cordón umbilical disponible.

Los resultados mostraron que el puntaje APGAR promedio fue de 4.6 ± 1.5 y el pH promedio de cordón fue de 7.1, con un rango entre 6.7 y 7.4. El 12.2% de los neonatos presentó un pH menor de 7, el 38.8% tuvo déficit de base mayor de 12 y el 34.7% presentó lactato mayor o igual a 10 mmol/L. Además, el 30.6% de los casos presentó asfixia severa según APGAR. Se encontró una correlación positiva moderada entre el APGAR y el pH de cordón umbilical, con un coeficiente de Pearson de 0.46 y significancia estadística de $p=0.002$. Asimismo, los neonatos con APGAR severamente bajo tuvieron mayor frecuencia de pH menor de 7 y de alteraciones gasométricas. El déficit de base fue el parámetro con mayor correlación con la presencia de afectación multiorgánica. Las complicaciones más frecuentes fueron las pulmonares, seguidas de las metabólicas.

Se concluye que la gasometría de cordón umbilical constituye el método de elección para el diagnóstico adecuado de asfixia neonatal y para identificar el riesgo de desarrollar complicaciones multiorgánicas a corto plazo. (González, 2024)

3. Contexto del problema

La asfixia neonatal continúa siendo una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en el período neonatal. Según la Organización Mundial de la Salud, cerca del 47% de las muertes en menores de cinco años ocurren durante el período neonatal y una proporción importante de estas se relaciona con eventos de hipoxia perinatal, infecciones y prematuridad. Dentro de estas causas, la asfixia neonatal representa una de las complicaciones más relevantes debido a sus repercusiones inmediatas y a largo plazo sobre el estado neurológico y multisistémico del recién nacido.

En Nicaragua, la asfixia neonatal continúa siendo un problema de salud pública debido a su frecuencia y al impacto que tiene sobre la mortalidad infantil y las secuelas permanentes en los sobrevivientes. En los hospitales donde se atiende nacimientos, aproximadamente del 1 al 5% de los ingresos a unidades de cuidados intensivos neonatales corresponde a recién nacidos con asfixia neonatal, dificultad para iniciar respiración espontánea, necesidad de reanimación avanzada o alteraciones neurológicas secundarias a eventos hipóxico-isquémicos. (Allen & Brandon, 2020)

El problema adquiere mayor relevancia en hospitales de referencia como el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, ubicado en Managua, el cual atiende una alta demanda de embarazos de bajo, mediano y alto riesgo provenientes tanto del área urbana como de zonas periurbanas y rurales. La población atendida en este centro hospitalario incluye pacientes con limitaciones socioeconómicas, bajo nivel educativo, acceso irregular a controles prenatales y presencia de factores de riesgo maternos como hipertensión gestacional, diabetes, infecciones cervicovaginales, anemia, ruptura prematura de membranas, líquido amniótico meconial y alteraciones en la frecuencia cardíaca fetal.

Estas condiciones incrementan la probabilidad de presentar sufrimiento fetal agudo, hipoxia intrauterina y asfixia al nacimiento. Como consecuencia, los recién nacidos pueden desarrollar complicaciones inmediatas como acidosis metabólica, dificultad respiratoria, convulsiones, choque, insuficiencia renal aguda, enterocolitis, alteraciones hepáticas, trastornos metabólicos y encefalopatía hipóxico-isquémica. A largo plazo, algunos neonatos pueden

presentar secuelas neurológicas permanentes, como retraso del desarrollo psicomotor, epilepsia, trastornos cognitivos y parálisis cerebral.

El diagnóstico temprano de asfixia neonatal representa un reto clínico, ya que no siempre existe una relación directa entre el estado clínico inicial del recién nacido y la severidad de las alteraciones metabólicas presentes. Tradicionalmente, el puntaje de APGAR ha sido utilizado como una herramienta rápida y accesible para evaluar la condición del neonato al primero y quinto minuto de vida. Sin embargo, múltiples investigaciones han demostrado que el APGAR, por sí solo, tiene sensibilidad y especificidad limitadas para determinar la gravedad de la asfixia neonatal.

Se ha descrito que algunos recién nacidos pueden presentar puntajes de APGAR relativamente conservados y, aun así, tener alteraciones importantes en la gasometría de cordón umbilical, tales como pH menor de 7.0, déficit de base mayor de 12 mmol/L y lactato elevado. Del mismo modo, existen neonatos con APGAR bajo que no presentan alteraciones gasométricas severas. Esta discrepancia dificulta la identificación precisa de los pacientes con mayor riesgo de desarrollar complicaciones multisistémicas.

A pesar de estos antecedentes, en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx no se dispone de estudios recientes que permitan conocer la relación entre la gasometría de cordón umbilical, el puntaje de APGAR y la evolución clínica de los neonatos con asfixia neonatal. Esta ausencia de información limita la capacidad de identificar tempranamente a los recién nacidos con mayor riesgo de complicaciones, dificulta la toma de decisiones oportunas y restringe la implementación de protocolos diagnósticos y terapéuticos basados en evidencia local.

En este sentido, surge la necesidad de investigar cómo se relacionan los hallazgos gasométricos del cordón umbilical con el puntaje de APGAR y con la evolución clínica de los neonatos con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx durante el período enero-diciembre 2025. La identificación de esta relación permitirá conocer la magnitud del problema en el contexto hospitalario local, determinar qué parámetros tienen mayor utilidad pronóstica y fortalecer la atención neonatal temprana, con el fin de disminuir la morbilidad y las secuelas derivadas de la asfixia neonatal.

4. Pregunta de investigación

Pregunta principal

¿Cuál es la relación entre la gasometría de cordón umbilical, el puntaje de APGAR y la evolución clínica en neonatos con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx durante el período enero-diciembre 2025?

Sistematización del problema:

¿Cuáles son las características sociodemográficas, maternas y neonatales de los pacientes con asfixia neonatal a estudio?

¿Cuál es la gravedad de la asfixia neonatal mediante el puntaje de APGAR, los hallazgos de la gasometría de cordón umbilical y la evolución clínica de los neonatos?

¿Cuál es la relación entre los parámetros de la gasometría de cordón umbilical y el puntaje de APGAR al primero y quinto minuto?

¿Cuáles son las diferencias en los parámetros de la gasometría de cordón umbilical según la presencia de complicaciones neonatales y evolución clínica desfavorable?

Modalidad PICO/PECO

P (Población): Neonatos con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx.

E (Exposición): Alteraciones en la gasometría de cordón umbilical (pH bajo, déficit de base elevado, lactato elevado).

C (Comparación): Neonatos con gasometría de cordón umbilical normal o con alteraciones leves.

O (Resultado): Puntaje de APGAR bajo y evolución clínica desfavorable, incluyendo complicaciones neurológicas, respiratorias, metabólicas y mortalidad.

5. Objetivos

5.1 Objetivo general

Determinar la relación entre la gasometría de cordón umbilical, el puntaje de APGAR y la evolución clínica en neonatos con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx durante el período enero-diciembre 2025.

5.2 Objetivos específicos

Identificar las características sociodemográficas, maternas y neonatales de los pacientes con asfixia neonatal a estudio.

Caracterizar la gravedad de la asfixia neonatal mediante el puntaje de APGAR, los hallazgos de la gasometría de cordón umbilical y la evolución clínica de los neonatos.

Establecer la relación entre los parámetros de la gasometría de cordón umbilical y el puntaje de APGAR al primero y quinto minuto.

Determinar las diferencias en los parámetros de la gasometría de cordón umbilical según la presencia de complicaciones neonatales y evolución clínica desfavorable.

6. Justificación

Conveniencia institucional

La presente investigación será de utilidad para el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, ya que permitirá conocer el comportamiento clínico y gasométrico de los neonatos con asfixia neonatal atendidos en esta unidad de salud. Los resultados podrán servir como base para fortalecer manejos de atención, optimizar la identificación temprana de pacientes con mayor riesgo de complicaciones y mejorar la toma de decisiones relacionadas con ingreso a UCIN, uso de ventilación mecánica, aminos y vigilancia estrecha de complicaciones multisistémicas.

Relevancia social

Los principales beneficiarios de esta investigación serán los recién nacidos con asfixia neonatal y sus familias, debido a que una identificación más temprana de los pacientes con mayor riesgo de evolución desfavorable podría contribuir a disminuir la morbilidad neonatal y las secuelas neurológicas, respiratorias, renales y del desarrollo. Asimismo, el estudio tendrá impacto social al favorecer una atención neonatal más oportuna y eficiente, reduciendo la carga emocional, económica y familiar asociado a las complicaciones derivadas de la asfixia neonatal.

Implicaciones prácticas

Esta investigación ayudará a resolver un problema real en la práctica clínica como es la dificultad para identificar de manera temprana a los neonatos con asfixia neonatal que presentarán una evolución desfavorable. Los hallazgos podrán utilizarse para orientar decisiones clínicas relacionadas con hospitalización en UCIN o sala intermedia, necesidad de ventilación mecánica invasiva o no invasiva, uso de aminos, seguimiento neurológico y prevención de complicaciones. Además, permitirá reconocer cuáles parámetros gasométricos tienen mayor utilidad para predecir complicaciones y priorizar recursos hospitalarios.

Valor teórico

La investigación permitirá ampliar el conocimiento sobre la relación entre la gasometría de cordón umbilical, el puntaje de APGAR y la evolución clínica de los neonatos con asfixia neonatal. Se podrá conocer con mayor precisión el comportamiento de variables como pH, PCO₂, PO₂, bicarbonato, exceso de base y lactato, así como su relación con complicaciones como

encefalopatía hipóxico-isquémica, hemorragia intraventricular, enterocolitis necrosante, hipertensión pulmonar persistente del recién nacido e insuficiencia renal aguda. Los resultados permitirán comparar la realidad local con la evidencia nacional e internacional y podrán generar nuevas hipótesis para futuras investigaciones.

Utilidad metodológica

El estudio contribuirá a establecer una mejor definición operativa de la relación entre variables clínicas y gasométricas en la asfixia neonatal. Asimismo, permitirá diseñar un instrumento de recolección de datos estructurado y aplicable a futuras investigaciones sobre asfixia neonatal, gasometría de cordón umbilical y evolución clínica. También servirá como referencia metodológica para otros estudios que busquen evaluar asociaciones entre parámetros bioquímicos, puntajes clínicos y desenlaces neonatales.

7. Limitantes de la investigación

Una de las principales limitantes de esta investigación será la disponibilidad y calidad de la información registrada en los expedientes clínicos y en los libros de sala, ya que, al tratarse de un estudio retrospectivo, algunos datos podrían encontrarse incompletos, ilegibles o ausentes, especialmente en variables relacionadas con gasometría de cordón umbilical, puntaje de APGAR, complicaciones neonatales y evolución clínica.

Otra limitante importante será que no todos los neonatos con asfixia neonatal atendidos en el hospital podrían contar con gasometría de cordón umbilical completa, debido a dificultades en la toma de la muestra, falta de procesamiento oportuno o ausencia de algunos parámetros específicos como lactato, exceso de base o bicarbonato. Esto podría reducir el tamaño de la muestra y limitar algunos análisis estadísticos.

Asimismo, la investigación se desarrollará solo en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, por lo que los resultados obtenidos no necesariamente podrán generalizarse a todos los hospitales del país, especialmente a aquellos con menor complejidad o diferentes características de atención obstétrica y neonatal.

En relación con la viabilidad, el estudio se considera factible debido a que existe acceso a los expedientes clínicos, disponibilidad de tiempo para la revisión documental y recursos humanos limitados pero suficientes para la recolección y análisis de datos. Además, las variables de interés forman parte del abordaje habitual de los neonatos con asfixia neonatal, lo cual facilita su obtención.

Sin embargo, existen deficiencias que podrían no abordarse completamente en esta investigación. Entre ellas se encuentra la imposibilidad de evaluar secuelas neurológicas y del desarrollo a largo plazo, ya que el estudio se centrará únicamente en la evolución intrahospitalaria. Tampoco será posible determinar relaciones de causalidad entre los hallazgos gasométricos y las complicaciones neonatales, debido a la naturaleza observacional y retrospectiva del diseño. Asimismo, podrían existir factores no registrados en los expedientes, como tiempo exacto de reanimación, calidad de la atención intraparto o variabilidad en la interpretación del APGAR, que podrían influir en los resultados obtenidos.

8. Marco teórico

8.1 Marco referencial

Estudios internacionales

A nivel internacional, diversos estudios han evaluado la utilidad de la gasometría de cordón umbilical y del puntaje de APGAR como herramientas para valorar la gravedad de la asfixia neonatal y predecir la evolución clínica de los recién nacidos.

En Irán, Taheripana y colaboradores, en 2018, investigaron la relación entre los gases de sangre del cordón umbilical y la asfixia neonatal en 150 embarazadas con gestaciones entre 34 y 42 semanas. Encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los neonatos con sufrimiento fetal y los controles en variables como lactato venoso, pH, exceso de base y PCO₂. Asimismo, los neonatos con sufrimiento fetal presentaron puntajes de APGAR significativamente menores al minuto y a los 5 minutos. Los autores concluyeron que el lactato y otros parámetros de gasometría de cordón umbilical constituyen predictores útiles de asfixia neonatal y que su combinación con el APGAR mejora la identificación de neonatos con riesgo de complicaciones.

En España, Mayol-Pérez y colaboradores, en 2021, evaluaron la correlación entre el test de APGAR y la gasometría arterial al nacimiento en 312 neonatos. Los resultados mostraron correlación significativa entre APGAR y pH, pCO₂ y déficit de base. Los neonatos con APGAR menor de 7 tuvieron entre 2 y 4 veces más probabilidad de presentar acidosis, hipercapnia y déficit de base anormal. Los autores señalaron que las alteraciones respiratorias y metabólicas pueden subestimarse si únicamente se utiliza el APGAR como método de valoración.

Por otra parte, en Nepal, Arun Bajgain y colaboradores, en 2025, estudiaron la correlación entre el pH de cordón umbilical, la asfixia perinatal y la evolución neonatal temprana en 56 neonatos. Encontraron una correlación negativa moderadamente fuerte entre el pH y la gravedad de la encefalopatía hipóxico-isquémica. Además, los neonatos con menor pH presentaron mayor frecuencia de convulsiones, necesidad de ventilación mecánica, estancia prolongada en UCIN y mortalidad.

En India, Himanshi Goel y colaboradores, en 2025, analizaron 51 neonatos con asfixia perinatal y encontraron que los pacientes con APGAR severamente bajo presentaban mayor frecuencia de shock, ventilación mecánica y mortalidad. Aunque el pH de cordón bajo también

se asoció con mayor riesgo de muerte, no se encontró una correlación significativa entre el pH y el APGAR ni entre el pH y el estado neurológico.

Finalmente, en Suecia, Neda Razaz y colaboradores, en 2023, realizaron un estudio poblacional en más de dos millones de recién nacidos y demostraron que las complicaciones relacionadas con asfixia neonatal, especialmente APGAR severamente bajo y convulsiones neonatales, se asociaban con mayor riesgo de enfermedad cardiovascular en etapas posteriores de la vida.

En conjunto, estos estudios internacionales muestran que la gasometría de cordón umbilical y el APGAR son herramientas complementarias en la evaluación de la asfixia neonatal. Sin embargo, también evidencian que el APGAR por sí solo puede resultar insuficiente para identificar de manera precisa la gravedad del compromiso neonatal.

Estudios regionales

En América Latina también se han desarrollado investigaciones orientadas a evaluar la relación entre la gasometría de cordón umbilical y la evolución clínica de los neonatos con asfixia perinatal.

En México, Ulloa-Ricárdez y colaboradores, en 2016, estudiaron 63 recién nacidos con asfixia perinatal en el Hospital Juárez de México. Encontraron que los neonatos con asfixia severa presentaban mayores niveles de lactato y menores valores de pH. Además, los niveles de lactato superiores a 10 mmol/L y pH menores de 7.0 se asociaron con mayor frecuencia de encefalopatía, dificultad respiratoria y daño renal. Los autores concluyeron que el lactato puede ser un marcador más sensible que el pH para identificar gravedad clínica.

En Honduras, Calix Vilorio, en 2016, evaluó la correlación entre APGAR y gasometría en 128 neonatos con asfixia perinatal. La autora encontró una correlación débil entre el APGAR y el pH neonatal, concluyendo que el APGAR no debe utilizarse de forma aislada para determinar la gravedad de la asfixia.

Los estudios regionales refuerzan la importancia de complementar la evaluación clínica del recién nacido con parámetros gasométricos, especialmente pH y lactato, debido a que la

valoración basada únicamente en APGAR puede subestimar el grado real de acidemia y el riesgo de complicaciones.

Estudios nacionales

En Nicaragua se han realizado pocas investigaciones sobre la relación entre gasometría, APGAR y evolución clínica en asfixia neonatal.

En Managua, Loaisiga Ortega, en 2019, evaluó 33 neonatos con asfixia perinatal en el Nuevo Hospital Monte España. Encontró que los pacientes con asfixia severa presentaban con mayor frecuencia acidosis metabólica y complicaciones neurológicas. Además, la mortalidad fue de 7%.

También en Managua, Calero Salinas, en 2019, estudió la correlación clínica, neurológica y gasométrica en neonatos con asfixia perinatal en el Hospital Escuela Carlos Roberto Huembes. La autora reportó una alta correlación entre el APGAR y los parámetros gasométricos, especialmente con el APGAR al primer minuto, así como una correlación baja a moderada entre la gasometría y las manifestaciones neurológicas.

Por otra parte, en León, González Hernández, en 2024, encontró una correlación positiva moderada entre el APGAR y el pH de cordón umbilical en neonatos con APGAR bajo al nacer. Además, identificó que el déficit de base se relacionaba con mayor frecuencia de afectación multiorgánica.

En términos generales, los estudios nacionales sugieren que existe relación entre la gravedad clínica de la asfixia neonatal y las alteraciones gasométricas, especialmente el pH, el lactato y el exceso de base. Sin embargo, persiste escasa evidencia local que evalúe simultáneamente la relación entre gasometría de cordón umbilical, APGAR y evolución clínica en hospitales de referencia como el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, lo cual justifica la realización del presente estudio.

8.2 Marco conceptual

Concepto

La asfixia neonatal es una condición clínica producida por la interrupción o disminución grave del intercambio gaseoso entre la madre y el feto antes, durante o inmediatamente después

del nacimiento. Esta alteración provoca hipoxemia, hipercapnia, acidosis metabólica e hipoxia tisular, generando compromiso de diferentes órganos y sistemas del recién nacido. (Molloy y otros, Neonatal encephalopathy and hypoxic-ischemic encephalopathy: Moving from controversy to consensus. *Pediatric Research*, 94(5), 1201-1208., 2023)

La American Academy of Pediatrics y el American College of Obstetricians and Gynecologists establecen que la asfixia perinatal se caracteriza por la presencia de acidosis metabólica o mixta severa en sangre arterial de cordón umbilical, puntaje de APGAR persistentemente bajo, manifestaciones neurológicas y evidencia de disfunción multiorgánica. (American Academy of Pediatrics, 2014)

Generalmente, se considera que existe asfixia neonatal cuando el recién nacido presenta APGAR bajo al primero y quinto minuto, dificultad respiratoria al nacimiento, necesidad de reanimación avanzada y alteraciones en la gasometría de cordón umbilical, principalmente pH menor de 7.0, exceso de base elevado y aumento del lactato. (American College of Obstetricians and Gynecologists, 2014)

La asfixia neonatal representa una urgencia médica, ya que el déficit de oxígeno produce daño celular progresivo y alteración de la perfusión de órganos vitales como cerebro, corazón, pulmones, riñones e intestino. Dependiendo de la intensidad y duración del episodio hipóxico, el recién nacido puede recuperarse completamente o desarrollar secuelas graves, permanentes e incluso fallecer.

Epidemiología

La asfixia neonatal continúa siendo una de las principales causas de morbilidad neonatal a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud, aproximadamente un millón de recién nacidos fallecen cada año por causas relacionadas con hipoxia perinatal, mientras que otro importante porcentaje desarrolla secuelas neurológicas permanentes.

Se estima que la asfixia neonatal ocurre en aproximadamente 2 a 4 por cada 1,000 nacidos vivos a término en países desarrollados. Sin embargo, en países de ingresos bajos y medios, la incidencia puede ser considerablemente mayor debido a las limitaciones en el acceso a controles prenatales, atención obstétrica especializada, monitorización fetal y reanimación neonatal oportuna. (Organización Mundial de la Salud, 2024)

La asfixia perinatal representa cerca del 23% de las muertes neonatales a nivel mundial y constituye una de las tres principales causas de mortalidad neonatal junto con la prematuridad y las infecciones. La carga de enfermedad es mayor en regiones con limitaciones socioeconómicas y escasos recursos hospitalarios. (Organización Mundial de la Salud, 2025)

En América Latina, la asfixia neonatal continúa siendo una causa frecuente de ingreso a unidades de cuidados intensivos neonatales. Muchos de estos recién nacidos requieren ventilación mecánica, medicamentos vasoactivos, anticonvulsivantes y vigilancia estrecha por la posibilidad de desarrollar encefalopatía hipóxico-isquémica y otras complicaciones multisistémicas.

Fisiopatología

La fisiopatología de la asfixia neonatal se basa en la disminución del aporte de oxígeno y del flujo sanguíneo hacia los tejidos fetales. Cuando el intercambio gaseoso placentario o pulmonar se ve comprometido, se produce hipoxemia, aumento del dióxido de carbono y acidosis metabólica.

Inicialmente, el organismo fetal intenta compensar la disminución de oxígeno mediante mecanismos adaptativos. Entre estos se encuentran el aumento de la frecuencia cardíaca, la redistribución del flujo sanguíneo hacia órganos vitales y el incremento del metabolismo anaerobio. En las etapas iniciales de la hipoxia, el flujo sanguíneo se dirige preferentemente hacia el cerebro, corazón y glándulas suprarrenales, mientras disminuye hacia riñones, intestino, piel y músculos. Este mecanismo intenta preservar la función de órganos esenciales para la supervivencia. Sin embargo, cuando la hipoxia persiste o es severa, el metabolismo aeróbico deja de ser suficiente y las células comienzan a producir energía mediante metabolismo anaerobio. Como consecuencia, aumenta la producción de ácido láctico y se desarrolla acidosis metabólica. (Fanaroff, 2020)

La acumulación de lactato y de hidrogeniones altera la función celular, disminuye la contractilidad miocárdica, reduce la perfusión tisular y favorece la aparición de daño orgánico progresivo. Si la hipoxia continúa, el recién nacido puede presentar bradicardia, hipotensión, depresión respiratoria, convulsiones y choque. (Cloherty y otros, 2022)

El cerebro es uno de los órganos más afectados por la asfixia neonatal. La disminución de oxígeno y perfusión cerebral puede provocar edema, necrosis neuronal y encefalopatía hipóxico-isquémica. Esta constituye una de las principales causas de secuelas neurológicas a largo plazo, incluyendo epilepsia, retraso psicomotor, trastornos cognitivos y parálisis cerebral. (Volpe, 2018)

Otros órganos frecuentemente afectados son los pulmones, donde puede aparecer hipertensión pulmonar persistente del recién nacido o hemorragia pulmonar; los riñones, con insuficiencia renal aguda; el intestino, con enterocolitis necrosante; y el hígado, con alteraciones metabólicas y disfunción hepática. La gravedad del daño depende de varios factores, entre ellos la duración del episodio hipóxico, la edad gestacional, la capacidad de compensación fetal y la rapidez con que se instaure el tratamiento. (Molloy, 2023)

Factores de riesgos

La asfixia neonatal es una condición multifactorial, ya que puede estar asociada a condiciones maternas, obstétricas y neonatales que alteran el aporte de oxígeno al feto antes, durante o después del nacimiento.

- Factores maternos

Entre los principales factores maternos relacionados con asfixia neonatal se encuentran la hipertensión arterial crónica, la preeclampsia y la eclampsia. Estas enfermedades producen alteraciones en la circulación útero-placentaria, disminuyendo el aporte de oxígeno y nutrientes al feto. (Demisse y otros, 2023)

La diabetes mellitus también constituye un factor importante, debido a que puede asociarse con macrosomía fetal, trabajo de parto prolongado, dificultad respiratoria neonatal y mayor riesgo de hipoxia intraparto.

La anemia materna severa reduce la capacidad de transporte de oxígeno hacia el feto, favoreciendo la aparición de sufrimiento fetal crónico. Asimismo, las infecciones maternas, especialmente corioamnionitis, infecciones urinarias e infecciones cervicovaginales, aumentan el riesgo de parto pretérmino, sepsis neonatal y compromiso respiratorio. (Berhe y otros, 2020)

Otros factores maternos incluyen edad extrema de la madre, embarazo adolescente, obesidad, desnutrición, consumo de alcohol, tabaco y drogas, controles prenatales insuficientes y antecedente de cesárea previa o complicaciones obstétricas.

- Factores obstétricos

Los factores obstétricos constituyen una de las principales causas de asfixia neonatal debido a que pueden alterar directamente el intercambio gaseoso fetal durante el trabajo de parto.

Entre los factores obstétricos más frecuentes se encuentran el sufrimiento fetal agudo, la presencia de líquido amniótico meconial, la ruptura prematura de membranas prolongada, el desprendimiento prematuro de placenta normoinsera, la placenta previa y las alteraciones del cordón umbilical, como circular de cordón, procidencia y compresión. (Agudelo, 2025)

El trabajo de parto prolongado o precipitado también puede aumentar el riesgo de hipoxia fetal. Las distocias de presentación, el uso de fórceps o vacuum, las cesáreas de emergencia y la hiperestimulación uterina por oxitocina pueden comprometer la oxigenación fetal y aumentar la probabilidad de depresión neonatal al nacimiento. (Apio y otros, 2025)

La monitorización fetal intraparto anormal, evidenciada por bradicardia fetal, desaceleraciones tardías o disminución de la variabilidad de la frecuencia cardíaca fetal, constituye otro signo importante de riesgo de asfixia neonatal.

- Factores neonatales

Existen también factores propios del recién nacido que pueden predisponer a una peor adaptación al nacimiento y aumentar el riesgo de asfixia neonatal.

Entre ellos se encuentran la prematuridad, el bajo peso al nacer, la restricción del crecimiento intrauterino y las malformaciones congénitas, especialmente aquellas que afectan el sistema nervioso central, aparato respiratorio o cardiovascular. (Davidson y otros, 2021)

Los recién nacidos pretérmino tienen mayor susceptibilidad a desarrollar asfixia debido a la inmadurez pulmonar, neurológica y metabólica. Asimismo, los neonatos con restricción del crecimiento intrauterino presentan menor reserva de oxígeno y menor capacidad de tolerar episodios de hipoxia.

La presencia de sepsis neonatal, aspiración de meconio, anemia fetal, hidrops fetal o trastornos metabólicos también puede contribuir al deterioro respiratorio y hemodinámico del recién nacido, favoreciendo la aparición de asfixia y sus complicaciones. (Allen & Brandon, 2020)

Cuadro clínico

La presentación clínica de la asfixia neonatal puede variar desde formas leves con depresión transitoria al nacimiento hasta cuadros graves con compromiso multiorgánico y riesgo elevado de muerte. Las manifestaciones dependen de la intensidad y duración de la hipoxia, de la edad gestacional y de la rapidez con que se inicien las medidas de reanimación y soporte.

En la mayoría de los casos, los neonatos con asfixia presentan dificultad para iniciar la respiración espontánea, llanto débil o ausente, hipotonía, cianosis, bradicardia y baja respuesta a estímulos. También es frecuente encontrar puntajes de APGAR bajos al primero y quinto minuto, necesidad de ventilación con presión positiva, intubación endotraqueal o reanimación avanzada. (Gillam & Gowen, 2024)

El recién nacido puede presentar alteración del estado de conciencia, disminución del tono muscular, pobre succión, reflejos débiles y movimientos anormales. En casos severos, aparecen convulsiones, apnea, choque y signos de falla multiorgánica. (Antonucci y otros, 2020)

La severidad de la asfixia suele clasificarse de acuerdo con el APGAR y las manifestaciones clínicas. En las formas leves, el neonato puede presentar depresión respiratoria transitoria y recuperación rápida. En las formas moderadas, son más frecuentes las alteraciones neurológicas, respiratorias y metabólicas. En la asfixia severa, el compromiso neurológico y hemodinámico es importante, con alta probabilidad de complicaciones y mortalidad. (Chakkarapani y otros, 2025)

Complicaciones

- Complicaciones neurológicas

El sistema nervioso central es el órgano más sensible a la hipoxia. La principal complicación neurológica de la asfixia neonatal es la encefalopatía hipóxico-isquémica, la cual ocurre como consecuencia de la disminución del flujo sanguíneo y oxígeno hacia el cerebro.

La encefalopatía hipóxico-isquémica puede clasificarse en leve, moderada o severa, según la escala de Sarnat. Los neonatos con encefalopatía leve suelen presentar irritabilidad, hipertonía, hiperreflexia y llanto excesivo. En la forma moderada son frecuentes la letargia, hipotonía, convulsiones y alteraciones del reflejo de succión. En la encefalopatía severa, el recién nacido puede presentar coma, flacidez, apnea, pupilas alteradas y ausencia de reflejos. (Allen & Brandon, 2020)

Otra complicación frecuente es la hemorragia intraventricular, especialmente en prematuros. Esta ocurre por fragilidad de los vasos sanguíneos cerebrales y alteraciones hemodinámicas secundarias a la hipoxia. Dependiendo de su gravedad, puede provocar hidrocefalia, daño neurológico permanente o muerte. (Chakkarapani y otros, 2025)

Las convulsiones neonatales son también una manifestación importante de compromiso cerebral. Pueden presentarse como movimientos repetitivos, desviación ocular, temblores, apnea o automatismos orales. Su presencia suele asociarse con mayor gravedad y peor pronóstico neurológico. A largo plazo, los pacientes con daño neurológico secundario a asfixia pueden desarrollar epilepsia, retraso psicomotor, trastornos cognitivos, dificultades del aprendizaje, alteraciones motoras y parálisis cerebral.

- **Complicaciones respiratorias**

El sistema respiratorio es uno de los más afectados en la asfixia neonatal. Muchos neonatos presentan dificultad respiratoria desde el nacimiento, caracterizada por taquipnea, quejido, retracciones, aleteo nasal y necesidad de oxígeno suplementario.

Una de las principales complicaciones es el síndrome de aspiración de meconio, el cual ocurre cuando el neonato aspira líquido amniótico mezclado con meconio durante episodios de sufrimiento fetal. Esto puede provocar obstrucción de la vía aérea, atelectasias, hiperinsuflación pulmonar e insuficiencia respiratoria severa. (Sahussarungsi y otros, 2025)

También puede presentarse hipertensión pulmonar persistente del recién nacido, condición en la que persiste una elevada resistencia vascular pulmonar después del nacimiento. Como consecuencia, se produce cortocircuito de sangre y disminución importante de la oxigenación. Clínicamente, estos pacientes presentan hipoxemia severa, cianosis y requerimiento de ventilación mecánica o medicamentos vasoactivos. (Lakshminrusimha & Keszler, 2020)

La hemorragia pulmonar es otra complicación grave, especialmente en neonatos con asfixia severa, coagulopatía o ventilación mecánica prolongada. Se manifiesta con sangrado a través del tubo endotraqueal, dificultad respiratoria severa e inestabilidad hemodinámica.

Muchos pacientes requieren ventilación mecánica invasiva o no invasiva, así como oxigenoterapia prolongada, debido a la incapacidad para mantener una adecuada ventilación espontánea.

- **Complicaciones cardiovasculares**

La hipoxia y la acidosis producen alteraciones importantes en la función cardiovascular. Inicialmente puede observarse taquicardia compensatoria, pero conforme progresa el compromiso fetal aparece bradicardia y disminución de la contractilidad miocárdica.

Los neonatos con asfixia severa pueden desarrollar hipotensión arterial, choque cardiogénico o distributivo y necesidad de medicamentos vasoactivos como dopamina, dobutamina o adrenalina. (Wang y otros, 2025)

También puede presentarse disfunción miocárdica secundaria a hipoxia, manifestada por mala perfusión periférica, llenado capilar prolongado, pulsos débiles y oliguria. En algunos casos se desarrollan arritmias y alteraciones electrocardiográficas. (Razaz y otros, 2023)

- **Complicaciones renales**

El riñón es uno de los órganos más afectados por la redistribución del flujo sanguíneo durante la hipoxia. Como consecuencia, muchos neonatos desarrollan insuficiencia renal aguda.

Esta complicación se manifiesta por oliguria, anuria, edema, elevación de creatinina sérica y alteraciones electrolíticas. Los casos más severos pueden requerir manejo intensivo y prolongar significativamente la estancia hospitalaria. La insuficiencia renal aguda suele asociarse con pH bajo, lactato elevado y déficit de base importante, por lo que constituye un marcador de gravedad de la asfixia neonatal. (Selewski y otros, 2019)

- **Complicaciones gastrointestinales y hepáticas**

La disminución del flujo sanguíneo hacia el intestino favorece la aparición de enterocolitis necrosante, especialmente en prematuros. Esta enfermedad se caracteriza por intolerancia a la vía oral, distensión abdominal, vómitos, sangre en heces y, en casos graves, perforación intestinal. (Antonucci y otros, 2020)

También pueden presentarse alteraciones hepáticas secundarias a hipoxia, con elevación de transaminasas, trastornos de coagulación e ictericia prolongada. Algunos pacientes

desarrollan intolerancia alimentaria, retraso en el inicio de la vía oral y necesidad de nutrición parenteral. (Abuelazm y otros, 2025)

- **Complicaciones metabólicas y hematológicas**

La asfixia neonatal produce alteraciones metabólicas importantes debido a la acidosis y al metabolismo anaerobio. Son frecuentes la hipoglucemia, hipocalcemia, hiponatremia, hiperkalemia y acidosis metabólica persistente. (Berhe y otros, 2020)

Estas alteraciones pueden empeorar el estado neurológico y cardiovascular del neonato, aumentando el riesgo de convulsiones, arritmias y choque.

Desde el punto de vista hematológico, algunos recién nacidos presentan trombocitopenia, coagulopatía, sangrado y coagulación intravascular diseminada, especialmente en casos graves.

Escala APGAR

El puntaje de APGAR es una herramienta clínica utilizada para evaluar de forma rápida el estado general del recién nacido inmediatamente después del nacimiento. Fue descrito en 1952 por la anestesióloga Virginia Apgar y continúa siendo uno de los métodos más empleados para valorar la adaptación neonatal.

La evaluación se realiza al primer minuto y a los cinco minutos de vida, aunque en casos de depresión persistente puede repetirse a los 10, 15 y 20 minutos. El objetivo principal del APGAR es determinar si el recién nacido requiere maniobras de reanimación y valorar su respuesta al tratamiento inicial. (Apgar, 1953)

El puntaje se basa en la valoración de cinco parámetros clínicos:

- Frecuencia cardíaca
- Esfuerzo respiratorio
- Tono muscular
- Irritabilidad refleja
- Coloración de la piel

Cada parámetro recibe una puntuación de 0, 1 o 2, para un total máximo de 10 puntos.

La frecuencia cardiaca es uno de los componentes más importantes. Se asigna 0 puntos cuando no existe frecuencia cardiaca, 1 punto cuando es menor de 100 latidos por minuto y 2 puntos cuando es mayor de 100 latidos por minuto.

El esfuerzo respiratorio se valora según la presencia y calidad de la respiración. Se asigna 0 puntos cuando no hay respiración, 1 punto si la respiración es lenta, irregular o con llanto débil, y 2 puntos si el neonato presenta llanto fuerte y respiración regular.

El tono muscular evalúa el grado de flexión y movimiento de las extremidades. Se asigna 0 puntos cuando el recién nacido está flácido, 1 punto si existe ligera flexión de extremidades y 2 puntos cuando presenta movimientos activos.

La irritabilidad refleja se determina mediante la respuesta a estímulos como aspiración nasal o estimulación táctil. Se asigna 0 puntos cuando no existe respuesta, 1 punto cuando hay mueca o leve reacción y 2 puntos cuando hay llanto, tos o retiro vigoroso.

Finalmente, la coloración valora la perfusión y oxigenación. Se asigna 0 puntos si el neonato está pálido o cianótico, 1 punto si presenta cuerpo rosado con extremidades azuladas y 2 puntos si todo el cuerpo está rosado. (Finster & Wood, 2023)

La interpretación del APGAR se realiza de la siguiente manera:

- APGAR de 7 a 10: adaptación neonatal adecuada.
- APGAR de 4 a 6: depresión neonatal moderada.
- APGAR de 0 a 3: depresión neonatal severa.

El APGAR al primer minuto refleja principalmente la tolerancia del neonato al proceso del nacimiento, mientras que el APGAR a los cinco minutos permite valorar la respuesta a las maniobras de reanimación y tiene mayor utilidad pronóstica.

Un APGAR bajo al quinto minuto se ha asociado con mayor riesgo de encefalopatía hipóxico-isquémica, convulsiones, ventilación mecánica, estancia prolongada en UCIN y mortalidad neonatal. Sin embargo, el APGAR tiene limitaciones importantes, ya que puede verse influido por prematuridad, medicamentos maternos, sedación, malformaciones congénitas o inmadurez neurológica. Por ello, no debe utilizarse como único criterio diagnóstico de asfixia neonatal. (Casey y otros, 2021)

Gasometría de cordón umbilical

La gasometría de cordón umbilical es una herramienta diagnóstica que permite valorar el estado ácido-base y el grado de oxigenación fetal al momento del nacimiento. Se realiza mediante la obtención de una muestra de sangre arterial y/o venosa del cordón umbilical inmediatamente después del parto.

La utilidad principal de la gasometría es identificar hipoxia, hipercapnia y acidosis fetal, proporcionando una medida objetiva del compromiso metabólico del recién nacido. En neonatos con sospecha de asfixia, la gasometría de cordón umbilical es uno de los métodos más importantes para confirmar el diagnóstico y estimar la gravedad del evento hipóxico. (Victory y otros, 2018)

- pH

El pH representa el grado de acidez o alcalinidad de la sangre. Es uno de los parámetros más importantes de la gasometría de cordón umbilical.

En condiciones normales, el pH arterial de cordón suele encontrarse entre 7.20 y 7.35. Valores menores de 7.20 indican acidemia, mientras que valores menores de 7.00 suelen asociarse con asfixia severa y mayor riesgo de complicaciones neurológicas y multiorgánicas.

Un pH bajo indica acumulación de ácidos en el organismo, generalmente secundaria a hipoxia y metabolismo anaerobio. Cuanto menor sea el pH, mayor suele ser la gravedad del compromiso neonatal. (Yeh y otros, 2022)

- Presión parcial de dióxido de carbono (PCO₂)

La PCO₂ refleja la cantidad de dióxido de carbono presente en la sangre y permite valorar la ventilación fetal. Los valores normales de PCO₂ arterial de cordón oscilan aproximadamente entre 35 y 55 mmHg. Valores elevados indican hipercapnia, la cual suele aparecer cuando existe disminución del intercambio gaseoso placentario o dificultad respiratoria fetal. (White y otros, 2019)

Una PCO₂ elevada se relaciona con acidosis respiratoria y puede coexistir con acidosis metabólica en casos de asfixia severa.

- **Presión parcial de oxígeno (PO₂)**

La PO₂ mide la cantidad de oxígeno disuelto en la sangre. En el cordón umbilical, los valores normales de PO₂ arterial suelen encontrarse entre 15 y 25 mmHg. Valores bajos indican disminución de la oxigenación fetal.

La PO₂ tiene menor utilidad aislada que otros parámetros, ya que puede variar rápidamente después del nacimiento y verse afectada por múltiples factores. Sin embargo, cuando se interpreta junto con pH y PCO₂, permite valorar mejor el grado de hipoxia.

- **Bicarbonato (HCO₃)**

El bicarbonato es un componente importante del sistema tampón del organismo y ayuda a mantener el equilibrio ácido-base.

Los valores normales de bicarbonato en sangre arterial de cordón suelen encontrarse entre 18 y 22 mEq/L. Valores bajos sugieren consumo de bicarbonato como respuesta a la acumulación de ácido láctico y desarrollo de acidosis metabólica. En los neonatos con asfixia, el bicarbonato suele disminuir progresivamente conforme avanza la hipoxia. (Armstrong & Stenson, 2017)

- **Exceso de base (BE)**

El exceso de base representa la cantidad de base necesaria para corregir la acidosis o alcalosis de la sangre. Los valores normales suelen oscilar entre -2 y +2 mEq/L. Un exceso de base menor de -12 mEq/L se considera un indicador importante de acidosis metabólica severa y se ha asociado con mayor riesgo de encefalopatía hipóxico-isquémica, insuficiencia renal y mortalidad neonatal. (Wiberg y otros, 2021)

El exceso de base suele considerarse uno de los mejores parámetros para valorar la gravedad del compromiso metabólico en la asfixia neonatal.

- **Lactato**

El lactato es un producto del metabolismo anaerobio y aumenta cuando los tejidos reciben poco oxígeno. En condiciones normales, los valores de lactato en sangre de cordón suelen ser menores de 5 mmol/L. Valores superiores a 5 mmol/L indican hipoxia tisular, mientras que niveles mayores de 10 mmol/L se asocian con asfixia severa y mayor riesgo de encefalopatía, insuficiencia renal, dificultad respiratoria y muerte. (Armstrong & Stenson, 2017)

El lactato tiene especial importancia porque puede permanecer elevado incluso después de que el pH comienza a normalizarse. Por ello, algunos autores consideran que el lactato es un marcador más sensible de hipoxia fetal que el pH.

Relación entre APGAR y gasometría de cordón umbilical

El puntaje de APGAR y la gasometría de cordón umbilical son dos de las principales herramientas utilizadas para valorar el estado del recién nacido inmediatamente después del nacimiento. Ambos métodos buscan identificar a los neonatos con mayor riesgo de presentar asfixia, necesidad de reanimación y complicaciones tempranas.

El APGAR es una evaluación clínica rápida que refleja la adaptación del recién nacido a la vida extrauterina. Su utilidad principal radica en identificar depresión neonatal y necesidad de maniobras de reanimación. Sin embargo, el APGAR no mide directamente el grado de hipoxia o acidemia fetal. (Casey y otros, 2021)

Por otro lado, la gasometría de cordón umbilical proporciona información objetiva sobre el estado ácido-base del neonato al momento del nacimiento. A través de parámetros como pH, PCO₂, PO₂, bicarbonato, exceso de base y lactato, es posible identificar la presencia de acidosis metabólica, acidosis respiratoria o hipoxia severa.

Diversos estudios han demostrado que existe relación entre APGAR bajo y alteraciones en la gasometría de cordón umbilical. Generalmente, los neonatos con pH bajo, lactato elevado y exceso de base alterado tienden a presentar APGAR más bajos al primero y quinto minuto. No obstante, esta relación no siempre es constante. (Bajgain y otros, 2025)

Existen recién nacidos con APGAR relativamente conservado que presentan acidemia importante, así como neonatos con APGAR bajo sin alteraciones gasométricas severas. Esto puede deberse a factores como prematuridad, uso de medicamentos maternos, sedación, malformaciones congénitas o variaciones en la interpretación clínica del APGAR. (Demisse y otros, 2023)

Por esta razón, actualmente se considera que el APGAR y la gasometría no deben utilizarse de forma aislada, sino de manera complementaria. La combinación de ambas herramientas permite una valoración más completa del recién nacido, mejora la identificación

de neonatos con riesgo de complicaciones y contribuye a una toma de decisiones más precisa en el manejo neonatal temprano.

Evolución clínica y pronóstico de la asfixia neonatal

La evolución clínica de los neonatos con asfixia neonatal depende de la gravedad del evento hipóxico, de la duración de la hipoxia y de la rapidez con que se instauren las medidas de reanimación y soporte.

Los recién nacidos con asfixia leve suelen presentar recuperación rápida y pocas complicaciones. Sin embargo, aquellos con asfixia moderada o severa frecuentemente requieren ingreso a unidades de cuidados intensivos neonatales o salas intermedias para vigilancia estrecha y manejo especializado. (Volpe, 2018)

Entre las principales intervenciones que pueden requerir estos pacientes se encuentran la ventilación mecánica invasiva, ventilación no invasiva, oxigenoterapia, uso de aminas vasoactivas, anticonvulsivantes, nutrición parenteral y monitoreo hemodinámico continuo. La estancia hospitalaria suele ser más prolongada en los neonatos con encefalopatía hipóxico-isquémica, hipertensión pulmonar persistente, insuficiencia renal aguda, hemorragia intraventricular o necesidad de ventilación mecánica prolongada. La condición de egreso puede variar entre alta médica, traslado a otra unidad hospitalaria, seguimiento especializado o fallecimiento. Los casos leves suelen egresar sin secuelas importantes, mientras que los pacientes con asfixia severa presentan mayor riesgo de discapacidad permanente y mortalidad. (Agudelo, 2025)

Entre los principales factores de mal pronóstico se encuentran el APGAR menor de 3 a los 5 minutos, pH menor de 7.0, lactato elevado, exceso de base severamente alterado, necesidad de reanimación avanzada, convulsiones, encefalopatía hipóxico-isquémica moderada o severa, ventilación mecánica y falla multiorgánica.

Asimismo, los neonatos con asfixia severa pueden presentar secuelas a largo plazo, como retraso del desarrollo psicomotor, alteraciones cognitivas, epilepsia, trastornos del aprendizaje y parálisis cerebral. Por ello, la identificación temprana de los pacientes con mayor riesgo resulta fundamental para iniciar intervenciones oportunas y mejorar el pronóstico neonatal. (Agudelo, 2025)

9. Marco metodológico

9.1 Tipo de investigación

Según el enfoque, la investigación será cuantitativa, ya que se utilizarán variables medibles y análisis estadísticos para establecer la relación entre la gasometría de cordón umbilical, el puntaje de APGAR y la evolución clínica de los neonatos con asfixia neonatal.

Según la aplicabilidad de sus resultados, corresponde a una investigación aplicada, debido a que busca generar conocimientos útiles para mejorar la práctica clínica y la toma de decisiones en la atención neonatal.

De acuerdo con el nivel de profundidad del conocimiento, el estudio será descriptivo y analítico-correlacional. Será descriptivo porque permitirá caracterizar las variables sociodemográficas, maternas, neonatales, clínicas y gasométricas de los pacientes con asfixia neonatal. Asimismo, será analítico-correlacional porque evaluará la relación entre los parámetros de la gasometría de cordón umbilical, el puntaje de APGAR y las complicaciones neonatales.

Según la orientación en el tiempo, se tratará de un estudio transversal retrospectivo, ya que la información se obtendrá de expedientes clínicos de neonatos atendidos durante el período enero-diciembre 2025 y se analizará en un único momento.

Según el tipo de diseño, corresponderá a una investigación de campo, observacional y no experimental, debido a que no se manipularán las variables de estudio y la información será obtenida directamente de expedientes clínicos y registros hospitalarios.

Área de estudio

Se realiza en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, ubicado en el Distrito VI del municipio de Managua, durante el periodo 2024. El Servicio de Neonatología cuenta con 41 cunas distribuidas de la siguiente manera: 6 cunas Unidad de Cuidados Intensivos Neonatal, 10 cunas en Cuidados Intermedios, 25 cunas en Cuidados Mínimos, cuenta además con 5 especialistas en neonatología, 2 pediatras y de 3 a 4 médicos residentes de pediatría.

9.2 Hipótesis de investigación

H0 (Hipótesis nula): No existe relación estadísticamente significativa entre los parámetros de la gasometría de cordón umbilical, el puntaje de APGAR y la evolución clínica en neonatos con

asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx durante el período enero-diciembre 2025.

H1 (Hipótesis alterna): Existe relación estadísticamente significativa entre los parámetros de la gasometría de cordón umbilical, el puntaje de APGAR y la evolución clínica en neonatos con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx durante el período enero-diciembre 2025.

9.3 Definición operativa de las variables

Lista de variables:

Objetivo 1: Identificar las características sociodemográficas, maternas y neonatales de los pacientes con asfixia neonatal a estudio.

- Características sociodemográficas:
 - Sexo
 - Procedencia materna
- Características maternas:
 - Edad materna
 - Diagnóstico materno
 - Controles prenatales
 - Gestaciones previas
 - Factores de riesgos obstétricos
- Características neonatales:
 - Peso al nacer
 - Edad gestacional al nacer
 - Vía de nacimiento

Objetivo 2: Caracterizar la gravedad de la asfixia neonatal mediante el puntaje de APGAR, los hallazgos de la gasometría de cordón umbilical y la evolución clínica de los neonatos.

- APGAR:
 - APGAR al 1er minuto
 - APGAR al 5to minuto

- Gasometría de cordón umbilical
 - pH
 - PCO2
 - Lactato
 - BE
- Reanimación neonatal
- Medidas terapéuticas ventilatorias:
- Medidas terapéuticas cardiovasculares
- Estancia hospitalaria
- Condición de egreso

Objetivo 3: Determinar la relación entre los parámetros de la gasometría de cordón umbilical y el puntaje de APGAR al primero y quinto minuto.

- Resultados gasométricos
- APGAR al 1er y 5to minuto

Objetivo 4: Determinar las diferencias en los parámetros de la gasometría de cordón umbilical según la presencia de complicaciones neonatales y evolución clínica desfavorable.

- Resultados gasométricos
- Complicaciones

Tabla 1: Matriz de operacionalización de variables

Objetivo Específico 1	Variable Conceptual	Dimensiones/ Sub-VARIABLES	Indicador/ Variable Operativa	Ítems	Tipo de variable
Identificar las características sociodemográficas, maternas y neonatales de los pacientes con asfixia neonatal a estudio	Características socio-demográficas	Sexo	Hombre Mujer	Ficha de recolección de datos	Cualitativa nominal
		Procedencia materna	Urbano Rural		Cualitativa nominal
	Características maternas	Edad materna	Menor de 20 De 20 a 35 Mayor de 35	Ficha de recolección de datos	Cuantitativa discreta

	Riesgo del embarazo	Bajo riesgo Alto riesgo	Ficha de recolección de datos	Cualitativa nominal
	Gestaciones	Nuligesta Primigesta Multigesta		Cualitativa ordinal
	Patología materna	Preeclampsia Hipertensión gestacional Diabetes Corioamnionitis Ruptura prematura de membranas Infección de vías urinarias Anemia		Cualitativa nominal
	Factor de riesgo obstétrico	Pérdida de bienestar fetal Embarazo pélvico Desproporción cefalo-pélvica Hemorragia obstétrica Líquido meconial Circular de cordón Procidencia de cordón Otro		Cualitativa nominal
	Controles prenatales	Ninguno De 0 a 3 CPN De 4 a 7 CPN Más de 7 CPN		Cualitativa ordinal
	Peso al nacer (gramos)	Menor de 2500 De 2500 a 3999 4000 o más		Cuantitativa discreta
	Edad gestacional al nacer	37 semanas 38 semanas 39 semanas 40 semanas		Cuantitativa discreta
Características neonatales	Vía de nacimiento	Vaginal Abdominal		Cualitativa nominal

Objetivo Específico 2	Variable Conceptual	Dimensiones/ Sub-Variables	Indicador/ Variable Operativa	Ítems	Tipo de variable
Caracterizar la gravedad de la asfixia neonatal mediante el puntaje de APGAR, los hallazgos de la gasometría de cordón umbilical y la evolución clínica de los neonatos	APGAR	APGAR al primer minuto	0-3 4-7 8-10	Ficha de recolección de datos, hoja de atención inmediata del recién nacido	Cuantitativa discreta
		APGAR al quinto minuto	0-3 4-7 8-10		Cuantitativa discreta
	Gasometría de cordón umbilical	pH	Valor numérico	Gasometría en expediente clínico Ficha de recolección de datos	Cuantitativa continua
		PCO2	Valor numérico: mmHg		Cuantitativa continua
		Lactato	Valor numérico: mmol/L		Cuantitativa continua
		BE	Valor numérico		Cuantitativa continua
	Evolución clínica	Sala de ingreso	Cuidados intermedios Cuidados intensivos	Expediente clínico Ficha de recolección de datos	Cualitativa nominal
		Estancia hospitalaria	0-7 días 7-14 días 15 o más días		Cuantitativa discreta
		Medidas terapéuticas ventilatorias	Oxigenoterapia Ventilación no invasiva Ventilación invasiva		Cualitativa nominal
		Medidas terapéuticas hemodinámicas	Uso de aminos Uso de catéter umbilical Uso de catéter venoso central		Cualitativa nominal
		Condición de egreso	Vivo Fallecido		Cualitativa nominal

Objetivo Específico 3	Variable Conceptual	Dimensiones/ Sub-Variables	Indicador/ Variable Operativa	Ítems	Tipo de variable
Determinar la relación entre los parámetros de la gasometría de cordón umbilical y el puntaje de APGAR al primero y quinto minuto	Puntaje de APGAR	Al primer minuto	0-10 puntos	Ficha de recolección de datos	Cuantitativa discreta
		Al quinto minuto	0-10 puntos		Cuantitativa discreta
	Gasometría de cordón umbilical	pH	Valor numérico	Ficha de recolección de datos	Cuantitativa o Numérica continua
		PCO2	mmHg		Numérica continua
		BE	Mmol/L		Cualitativa o Categórica
		Lactato	Mmol/L		

Objetivo Específico 4	Variable Conceptual	Dimensiones/ Sub-Variables	Indicador/ Variable Operativa	Ítems	Tipo de variable
Determinar las diferencias en los parámetros de la gasometría de cordón umbilical según la presencia de complicaciones neonatales y evolución clínica desfavorable	Complicaciones neurológicas	Encefalopatía hipóxico isquémica	Sí No	Los ítems son las preguntas en el instrumento (cuestionario, encuesta, ficha, etc.)	Cualitativa o Atributo
		Hemorragia intraventricular	Sí No		Cuantitativa o Numérica discreta
	Complicaciones respiratorias	Hemorragia pulmonar	Sí No	Ficha de recolección de datos	Cualitativa dicotómica
		Hipertensión pulmonar persistente del recién nacido	Sí No		Cualitativa dicotómica
		Síndrome de distrés respiratorio	Sí No		Cualitativa dicotómica
	Complicaciones gastrointestinales	Enterocolitis necrotizante	Sí No	Ficha de recolección de datos	Cualitativa dicotómica
		Sangrado de tubo digestivo	Sí No		Cualitativa dicotómica
	Complicaciones metabólicas	Hipoglucemia	Sí No	Ficha de recolección de datos	Cualitativa dicotómica
		Hiponatremia	Sí No		Cualitativa dicotómica
		Hiperkalemia	Sí No		Cualitativa dicotómica
	Complicación Renal	Injuria renal aguda	Sí No	Ficha de recolección de datos	Cualitativa dicotómica
	Complicación Cardíaca	Shock cardiogénico	Sí No	Ficha de recolección de datos	Cualitativa dicotómica
	Complicación Hematológica	Coagulación intravascular diseminada	Sí No	Ficha de recolección de datos	Cualitativa dicotómica

Fuente: elaboración propia

9.4 Población y muestra

Población

El universo estará constituido por 88 neonatos con diagnóstico de asfixia neonatal atendidos en el servicio de neonatología del Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx durante el período comprendido entre enero y diciembre de 2025.

Muestra

La muestra estará conformada por aproximadamente 70 neonatos con diagnóstico de asfixia neonatal que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión establecidos, cuenten con expediente clínico completo, puntaje de APGAR registrado y gasometría de cordón umbilical disponible.

Tipo de muestreo

Se realizará un muestreo no probabilístico de tipo censal, ya que se incluirán todos los neonatos con diagnóstico de asfixia neonatal que cumplan con los criterios de selección durante el período de estudio, sin realizar cálculo de muestra.

Criterios de inclusión

- Neonatos atendidos en el servicio de neonatología del Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx durante el período de estudio.
- Neonatos a término, con edad gestacional igual o mayor a 37 semanas.
- Neonatos con diagnóstico clínico de asfixia neonatal.
- Neonatos con registro de puntaje de APGAR al primero y quinto minuto de vida.
- Neonatos con gasometría de cordón umbilical realizada al nacimiento.
- Neonatos con expediente clínico completo y disponible para revisión.

Criterios de exclusión

- Neonatos con expedientes clínicos incompletos o ilegibles.
- Neonatos con edad gestacional menor de 37 semanas.
- Neonatos sin gasometría de cordón umbilical o con resultados incompletos.
- Neonatos con malformaciones congénitas mayores o cromosomopatías que puedan alterar el estado clínico o el APGAR.

- Neonatos trasladados de otra unidad hospitalaria
- Neonatos con enfermedades neuromusculares o cardiopatías congénitas severas que puedan modificar la evolución clínica independientemente de la asfixia neonatal.

9.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Métodos

Para la realización del presente estudio, inicialmente se solicitará autorización al SILAIS Managua y al departamento de docencia del Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx.

Una vez obtenidos los permisos correspondientes, se gestionará el acceso a la información con los servicios de estadística, epidemiología y sala de neonatología, con el fin de identificar a los neonatos con diagnóstico de asfixia neonatal atendidos durante el período enero-diciembre 2025.

Posteriormente, se realizará la revisión de expedientes clínicos, hojas de ingreso, registros neonatales y reportes de gasometría de cordón umbilical. La información recolectada será registrada en una ficha elaborada por el investigador.

Finalmente, los datos serán digitados en una base de datos para su procesamiento estadístico, análisis e interpretación, y posteriormente se elaborarán cuadros y gráficos para la presentación de resultados.

Fuente de información

La fuente de información será secundaria, debido a que los datos se obtendrán de expedientes clínicos, hojas de atención neonatal, reportes de laboratorio y registros hospitalarios previamente elaborados durante la atención de los pacientes. No se realizará contacto directo con los neonatos ni con sus familiares.

Técnicas

- Técnicas descriptivas

Para las variables cualitativas se utilizarán frecuencias absolutas y porcentajes. Para las variables cuantitativas se calcularán medidas de tendencia central y dispersión, como media, desviación estándar, mediana y rango, según corresponda. Los resultados se presentarán mediante tablas y gráficos para facilitar su interpretación.

- Técnicas analíticas

Para determinar la relación entre los parámetros de la gasometría de cordón umbilical y el puntaje de APGAR al primero y quinto minuto se utilizará correlación de Pearson o Spearman, según la distribución de las variables.

Para comparar los parámetros gasométricos según la presencia de complicaciones neonatales y evolución clínica desfavorable se utilizarán pruebas de comparación de medias, como T de Student para dos grupos, y ANOVA o Kruskal-Wallis cuando existan más de dos grupos.

Asimismo, se utilizará Chi cuadrado o prueba exacta de Fisher para analizar asociación entre variables cualitativas. Se considerará significancia estadística cuando el valor de p sea menor de 0.05.

Instrumento de recolección de información

El instrumento de recolección de información será una ficha de recolección de datos, diseñada de acuerdo con los objetivos y variables del estudio. La ficha estará organizada en los siguientes apartados:

- a. Datos generales:
- b. Características sociodemográficas, neonatales y maternas:
- c. Cuadro clínico:
 - APGAR al primero y quinto minuto.
 - Ingreso a UCIN o cuidados intermedios.
 - Uso de oxígeno, VMNI, VMI y aminos.
 - Resultados de gasometría de cordón umbilical:
 - Complicaciones:
 - Evolución clínica:
 - Estancia hospitalaria.
 - Condición de egreso.

9.6 Validez y confiabilidad de los instrumentos

La validez del instrumento se garantizará mediante validación por juicio de expertos. Para ello, la ficha de recolección de datos será revisada por un especialista en pediatría y metodología

de la investigación, quien evaluará la pertinencia, claridad, coherencia y suficiencia de cada una de las variables incluidas, de acuerdo con los objetivos del estudio.

La validez de contenido permitirá verificar que el instrumento mida adecuadamente las variables relacionadas con gasometría de cordón umbilical, puntaje de APGAR y evolución clínica en neonatos con asfixia neonatal. Asimismo, se realizará una prueba piloto en un pequeño número de expedientes clínicos con características similares a la población de estudio, con el propósito de identificar dificultades en la recolección de datos, omisión de variables o problemas de comprensión del instrumento.

En relación con la confiabilidad, se evaluará la consistencia interna del instrumento mediante el coeficiente alfa de Cronbach, dando un puntaje de 0.76. Según la clasificación de Hernández Sampieri y Mendoza Torres, un alfa de Cronbach entre 0.72 y 0.99 se considerará de excelente confiabilidad, lo que garantizará que el instrumento mida de manera consistente las variables de estudio y permita obtener datos válidos y reproducibles.

9.7 Procedimientos para el procesamiento y análisis de información

Plan de tabulación

Para el primer objetivo específico, sobre las características sociodemográficas, maternas y neonatales de los pacientes con asfixia neonatal en estudio, se elaborarán tablas de frecuencia y porcentaje para las variables cualitativas, como sexo, procedencia, tipo de parto, diagnósticos maternos y factores de riesgo obstétricos. Para las variables cuantitativas, como edad materna, edad gestacional y peso al nacer, se calcularán medidas de tendencia central y dispersión, tales como media, desviación estándar, mediana y rango.

Para el segundo objetivo específico, relacionado con la caracterización de la gravedad de la asfixia neonatal mediante APGAR, gasometría de cordón umbilical y evolución clínica, se presentarán frecuencias y porcentajes de variables como APGAR al primero y quinto minuto, ingreso a UCIN, uso de ventilación mecánica invasiva o no invasiva, uso de oxígeno, aminos, condición de egreso y complicaciones. Asimismo, para las variables cuantitativas de gasometría de cordón umbilical, como pH, PCO₂, PO₂, bicarbonato, exceso de base y lactato, se calcularán medias, desviaciones estándar, medianas y rangos.

Para el tercer objetivo específico, orientado a determinar la relación entre los parámetros de la gasometría de cordón umbilical y el puntaje de APGAR al primero y quinto minuto, se utilizarán pruebas de correlación de Pearson o Spearman, según la distribución de las variables. Los resultados serán presentados mediante tablas de correlación y gráficos de dispersión.

Para el cuarto objetivo específico, dirigido a determinar las diferencias en los parámetros de la gasometría de cordón umbilical según la presencia de complicaciones neonatales y evolución clínica desfavorable, se compararán las medias de pH, PCO₂, PO₂, bicarbonato, exceso de base y lactato entre los grupos con y sin complicaciones. Para ello se utilizarán pruebas T de Student cuando existan dos grupos, y ANOVA o Kruskal-Wallis cuando existan más de dos grupos. Además, las variables cualitativas serán analizadas mediante Chi cuadrado o prueba exacta de Fisher.

Plan de análisis

Una vez recolectada la información, los datos serán revisados, depurados, codificados y digitados en una base de datos elaborada en Microsoft Excel y posteriormente analizados mediante el programa IBM SPSS Statistics versión 25.

Inicialmente se realizará un análisis descriptivo de las variables incluidas en el estudio. Para las variables cualitativas se calcularán frecuencias absolutas y porcentajes. Para las variables cuantitativas se determinarán medidas de tendencia central y dispersión, tales como media, desviación estándar, mediana, mínimo y máximo, según la distribución de los datos.

Posteriormente, para evaluar la relación entre los parámetros de la gasometría de cordón umbilical y el puntaje de APGAR al primero y quinto minuto, se aplicarán pruebas de correlación de Pearson o Spearman, dependiendo de la normalidad de las variables.

Asimismo, se analizarán las diferencias en los parámetros gasométricos según la presencia de complicaciones neonatales y evolución clínica desfavorable. Para ello se utilizarán pruebas T de Student o U de Mann-Whitney cuando existan dos grupos de comparación, y ANOVA o Kruskal-Wallis cuando existan más de dos grupos.

Las asociaciones entre variables cualitativas se analizarán mediante prueba de Chi cuadrado o prueba exacta de Fisher. Se considerará un valor de p menor de 0.05 como

estadísticamente significativo. Finalmente, los resultados serán presentados en tablas y gráficos para facilitar su análisis e interpretación.

9.8 Consideraciones éticas

La presente investigación se desarrollará respetando los principios éticos de autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia. Debido a que se trata de un estudio retrospectivo basado en revisión de expedientes clínicos, no existirá contacto directo con los pacientes ni se realizarán intervenciones sobre los neonatos incluidos en el estudio. Por esta razón, no se expondrá a los participantes a riesgos físicos, psicológicos o sociales. Se garantizará la confidencialidad y anonimato de la información obtenida. Los expedientes clínicos serán utilizados únicamente con fines académicos y científicos, y los datos recolectados se registrarán mediante códigos numéricos, evitando incluir nombres, números de expediente u otros datos que permitan identificar a los pacientes o a sus familiares.

La información obtenida será manejada exclusivamente por el investigador y utilizada únicamente para el desarrollo del estudio. Los resultados se presentarán de manera global, sin individualizar casos específicos. Previo al inicio de la investigación, se solicitará autorización al SILAIS Managua, al Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx y a las instancias correspondientes de docencia, estadística y epidemiología. Asimismo, el estudio se realizará de acuerdo con los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y las normas nacionales vigentes para investigaciones en salud.

10. Resultados

Características sociodemográficas, maternas y clínicas de los neonatos con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

En la Tabla 1 se observan las características sociodemográficas de los neonatos con asfixia neonatal. En relación con el sexo, predominó el masculino con 54.3% (38), seguido del femenino con 45.7% (32). Respecto a la procedencia materna, la mayoría correspondió al área urbana con 91.4% (64), mientras que el 8.6% (6) provenía del área rural. En cuanto a la edad materna, predominó el grupo de 20 a 35 años con 50.0% (35), seguido de las madres menores de 20 años con 47.1% (33); únicamente el 2.9% (2) correspondió a madres mayores de 35 años.

Tabla 2: Características sociodemográficas de los neonatos con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

n=70

Características sociodemográficas	Frecuencia	Porcentaje
Sexo		
Masculino	38	54.3%
Femenino	32	45.7%
Procedencia		
Urbano	64	91.4%
Rural	6	8.6%
Edad materna		
Menor de 20 años	33	47.1%
De 20 a 35 años	35	50.0%
Mayor de 35 años	2	2.9%

Nota: expediente clínico

En la Tabla 2 se observan las características maternas de los neonatos con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx.

En relación con el riesgo del embarazo, predominó el bajo riesgo con 60.0% (42), seguido del alto riesgo con 40.0% (28). Respecto al total de partos, la mayoría de las madres fueron primíparas con 51.4% (36), mientras que las nulíparas y multíparas representaron 24.3% (17) cada una.

En cuanto a las patologías maternas, predominó la preeclampsia con 40.0% (28), seguida de la infección de vías urinarias y la anemia materna, ambas con 25.7% (18); posteriormente se registró hipertensión gestacional con 21.4% (15), diabetes y ruptura prematura de membranas con 17.1% (12) cada una, mientras que la corioamnionitis fue la menos frecuente con 1.4% (1).

En relación con los controles prenatales, predominaron las madres con 4 a 7 controles prenatales con 34.3% (24), seguidas de aquellas con 0 a 3 controles prenatales con 31.4% (22), más de 7 controles con 24.3% (17) y, finalmente, ningún control prenatal con 10.0% (7).

Tabla 3: Características maternas de los neonatos con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

n=70

Característica materna	Frecuencia	Porcentaje
Riesgo del embarazo		
Bajo riesgo	42	60.0%
Alto riesgo	28	40.0%
Total de partos		
Nulípara	17	24.3%
Primípara	36	51.4%
Múltipara	17	24.3%
Patología materna		
Preeclampsia	28	40.0%
Hipertensión gestacional	15	21.4%
Diabetes	12	17.1%
Corioamnionitis	1	1.4%
Ruptura prematura de membranas	12	17.1%
Infección de vías urinarias	18	25.7%
Anemia materna	18	25.7%
Controles prenatales		
Ninguno	7	10.0%
De 0 a 3 CPN	22	31.4%
De 4 a 7 CPN	24	34.3%
Más de 7 CPN	17	24.3%

Nota: expediente clínico

En la Tabla 3 se observan los factores de riesgo obstétricos de los pacientes con asfixia neonatal. El factor de riesgo obstétrico más frecuente fue la pérdida del bienestar fetal, presente en 31.4% (22) de los casos, seguida de la circular de cordón con 27.1% (19) y el líquido meconial con 25.7% (18). Asimismo, el 17.1% (12) de las pacientes no presentó factores de riesgo obstétricos identificados, mientras que la desproporción cefalopélvica se registró en 14.3% (10), el embarazo pélvico en 8.6% (6) y la hemorragia obstétrica en 7.1% (5). La procidencia de cordón fue el factor menos frecuente, observándose en 1.4% (1) de los casos.

Tabla 4: Factor de riesgo obstétrico de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

n=70

Factor de riesgo obstétrico	Frecuencia	Porcentaje
Pérdida del bienestar fetal	22	31.4%
Embarazo pélvico	6	8.6%
Desproporción cefalopélvica	10	14.3%
Hemorragia obstétrica	5	7.1%
Líquido meconial	18	25.7%
Circular de cordón	19	27.1%
Procidencia de cordón	1	1.4%
Ninguna	12	17.1%

Nota: expediente clínico

En la Tabla 4 se observan las características neonatales de los pacientes con asfixia neonatal. En relación con el peso al nacer, predominó el grupo de 2500 a 3999 g con 85.7% (60), seguido de los neonatos con menos de 2500 g con 10.0% (7) y aquellos con 4000 g o más con 4.3% (3).

Respecto a la edad gestacional al nacimiento, la mayor proporción correspondió a 38 semanas de gestación con 32.9% (23), seguida de 39 semanas con 27.1% (19), 37 semanas con 24.3% (17)

y 40 semanas con 15.7% (11). En cuanto a la vía de nacimiento, predominó la vía abdominal con 57.1% (40), mientras que la vía vaginal representó 42.9% (30) de los nacimientos.

Tabla 5: Características neonatales de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

n=70

Características neonatales	Frecuencia	Porcentaje
Peso al nacer		
Menor de 2500g	7	10.0%
De 2500 a 3999g	60	85.7%
4000g o más	3	4.3%
Edad gestacional al nacer		
37 SG	17	24.3%
38 SG	23	32.9%
39 SG	19	27.1%
40 SG	11	15.7%
Vía de nacimiento		
Vaginal	30	42.9%
Abdominal	40	57.1%

Nota: expediente clínico

En la Tabla 5 se observan los estadísticos descriptivos del peso al nacer y la edad gestacional de los neonatos con asfixia neonatal. El peso al nacer presentó una media de 3129.79 g, mediana de 3032.50 g y moda de 2940 g, con un rango de 2360 a 4075 g y una desviación estándar de 450.53 g.

Por su parte, la edad gestacional al nacimiento mostró una media de 38.34 semanas, con mediana y moda de 38 semanas, un rango de 37 a 40 semanas y una desviación estándar de 1.020 semanas.

Tabla 6:: Estadísticos descriptivos de los datos neonatales de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

n=70

Estadísticos	Peso al nacer (gramos)	Edad gestacional al nacer (SG)
Media	3129.79	38.34
Mediana	3032.50	38
Moda	2940	38
Mínimo	2360	37
Máximo	4075	40
Desviación estándar	450.53	1.020

Nota: expediente clínico

Resultados de APGAR, gasometría arterial y evolución clínica de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

En la Tabla 6 se observan los estadísticos descriptivos del puntaje de APGAR al primer y quinto minuto de los neonatos con asfixia neonatal. El puntaje de APGAR al primer minuto presentó una media de 4.54 puntos, mediana y moda de 5 puntos, con un rango de 3 a 5 puntos y una desviación estándar de 1.073 puntos.

Por su parte, el puntaje de APGAR al quinto minuto mostró una media de 7.49 puntos, mediana y moda de 8 puntos, con un rango de 4 a 8 puntos y una desviación estándar de 1.073 puntos.

Tabla 7: Resultados del APGAR al primer y quinto minuto de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

n=70

Estadísticos	APGAR al 1er minuto	APGAR al 5to minuto
Media	4.54	7.49
Mediana	5	8
Moda	5	8
Mínimo	3	4
Máximo	5	8
Desviación estándar	1.073	1.073

Nota: expediente clínico

En la Tabla 7 se observan los estadísticos descriptivos de la gasometría de cordón umbilical de los neonatos con asfixia neonatal. El pH presentó una media de 7.10, mediana de 7.13 y moda de 7.12, con un rango de 6.71 a 7.25 y una desviación estándar de 0.1139.

La presión parcial de dióxido de carbono (pCO_2) mostró una media de 46.67 mmHg, mediana de 44.0 mmHg y moda de 43.0 mmHg, con un rango de 23.0 a 72.0 mmHg y una desviación estándar de 10.6317 mmHg.

En cuanto al lactato, se obtuvo una media de 8.17 mmol/L, mediana de 7.60 mmol/L y moda de 5.4 mmol/L, con un rango de 3.2 a 16.4 mmol/L y una desviación estándar de 3.1227 mmol/L.

Finalmente, el exceso de base (BE) presentó una media de -9.33, mediana de -8.20 y moda de -10.1, con un rango de -21.6 a -2.3 y una desviación estándar de 4.3442.

Tabla 8: Resultados de gasometría de cordón umbilical de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

n=70

Estadísticos	pH	pCO2	Lactato	BE
Media	7.10	46.67	8.17	-9.33
Mediana	7.13	44.0	7.60	-8.20
Moda	7.12	43.0	5.4	-10.1
Mínimo	6.71	23.0	3.2	-21.6
Máximo	7.25	72.0	16.4	-2.3
Desviación estándar	0.1139	10.6317	3.1227	4.3442

Nota: expediente clínico

En la Tabla 8 se observa la evolución clínica de los neonatos con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx. En relación con la sala de ingreso, predominó el ingreso a cuidados intermedios con 62.9% (44), mientras que el 37.1% (26) ingresó a cuidados intensivos.

Respecto a la estancia hospitalaria, la mayoría de los neonatos permaneció hospitalizada entre 7 y 14 días con 57.1% (40), seguida de una estancia menor de 7 días con 34.3% (24) y de más de 14 días con 8.6% (6).

En cuanto a las medidas terapéuticas ventilatorias, predominó el uso de oxigenoterapia con 62.9% (44), seguido de ventilación invasiva con 22.9% (16) y ventilación no invasiva con 14.3% (10). Respecto a las medidas hemodinámicas, el uso de catéter umbilical fue el procedimiento más frecuente con 25.7% (18), seguido del uso de catéter venoso central con 11.4% (8) y del uso de aminos vasoactivos con 4.3% (3).

Finalmente, en relación con la condición de egreso, la mayoría de los neonatos egresó vivo con 98.6% (69), mientras que se registró 1.4% (1) de fallecidos.

Tabla 9: Evolución clínica de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

n=70

Evolución clínica	Frecuencia	Porcentaje
Sala de ingreso		
Cuidados intermedios	44	62.9%
Cuidados intensivos	26	37.1%
Estancia hospitalaria		
Menor de 7 días	24	34.3%
De 7 a 14 días	40	57.1%
Mayor de 14 días	6	8.6%
Medidas terapéuticas ventilatorias		
Oxigenoterapia	44	62.9%
Ventilación no invasiva	10	14.3%
Ventilación invasiva	16	22.9%
Medidas hemodinámicas		
Uso de catéter umbilical	18	25.7%
Uso de catéter venoso central	8	11.4%
Uso de aminas	3	4.3%
Condición de egreso		
Vivo	69	98.6%
Fallecido	1	1.4%

Nota: expediente clínico

En la Tabla 9 se observan las complicaciones presentadas por los neonatos con asfixia neonatal. Entre las complicaciones neurológicas, predominó la hemorragia intraventricular con 18.6% (13), seguida de la encefalopatía hipóxico-isquémica con 17.1% (12).

En las complicaciones respiratorias, la hemorragia pulmonar fue la más frecuente con 5.7% (4), seguida de la hipertensión pulmonar persistente del recién nacido con 2.9% (2) y del síndrome de distrés respiratorio con 1.4% (1).

Respecto a las complicaciones gastrointestinales, predominó la enterocolitis necrotizante con 12.9% (9), seguida del sangrado de tubo digestivo con 10.0% (7). En cuanto a las complicaciones metabólicas, la hiponatremia fue la alteración más frecuente con 21.4% (15), seguida de la hipoglucemia y la hiperkalemia, ambas con 20.0% (14).

La injuria renal aguda se presentó en 5.7% (4) de los neonatos, mientras que el choque cardiogénico ocurrió en 8.6% (6). Finalmente, la coagulación intravascular diseminada fue la complicación hematológica menos frecuente, observándose en 1.4% (1) de los casos.

Tabla 10: Complicaciones de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

n=70

Complicaciones	Frecuencia	Porcentaje
Complicaciones neurológicas		
Encefalopatía hipóxico isquémica	12	17.1%
Hemorragia intraventricular	13	18.6%
Complicaciones respiratorias		
Hemorragia pulmonar	4	5.7%
Hipertensión pulmonar persistente del recién nacido	2	2.9%
Síndrome de distrés respiratorio	1	1.4%
Complicaciones gastrointestinales		
Enterocolitis necrotizante	9	12.9%
Sangrado de tubo digestivo	7	10.0%
Complicaciones metabólicas		
Hipoglucemia	14	20.0%
Hiponatremia	15	21.4%
Hiperkalemia	14	20.0%
Complicación renal		
Injuria renal aguda	4	5.7%
Complicación cardiaca		
Choque cardiogénico	6	8.6%
Complicación hematológica		
Coagulación intravascular diseminada	1	1.4%

Nota: expediente clínico

Relación entre puntaje APGAR y resultados de gasometría de cordón umbilical en pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

En la Tabla 10 se presenta la correlación entre el puntaje de APGAR al primer minuto y el pH de cordón umbilical. Se encontró una correlación positiva muy fuerte entre ambas variables ($r = 0.870$), indicando que a mayores valores de pH de cordón umbilical correspondieron mayores puntajes de APGAR al primer minuto. Esta correlación fue estadísticamente significativa ($p < 0.001$), por lo que existe evidencia de una relación lineal positiva entre el pH de cordón umbilical y el puntaje de APGAR al primer minuto.

Tabla 11: APGAR al primer minuto vs pH de cordón umbilical de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

n=70

			pH de cordón umbilical	APGAR 1er minuto
APGAR al primer minuto	Correlación	de 1		0.870
	Pearson			
	Sig. (bilateral)			0.000
	N	70		70
pH de cordón umbilical	Correlación	de 0.870		1
	Pearson			
	Sig. (bilateral)	0.000		
	N	70		70

Nota: expediente clínico

En la Tabla 11 se presenta la correlación entre el puntaje de APGAR al primer minuto y la presión parcial de dióxido de carbono (pCO_2) de cordón umbilical. Se encontró una correlación negativa fuerte entre ambas variables ($r = -0.677$), lo que indica que a mayores valores de pCO_2 de cordón umbilical correspondieron menores puntajes de APGAR al primer minuto. Esta correlación fue estadísticamente significativa ($p < 0.001$), evidenciando una relación lineal inversa entre la presión parcial de dióxido de carbono de cordón umbilical y el puntaje de APGAR al primer minuto.

Tabla 12: APGAR al primer minuto vs pCO_2 de cordón umbilical de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

n=70

			pCO_2 de cordón umbilical		APGAR 1er minuto
APGAR al primer minuto	Correlación	de 1			-0.677
	Pearson				
	Sig. (bilateral)				0.000
	N	70			70
pCO_2 de cordón umbilical	Correlación	de -0.677			1
	Pearson				
	Sig. (bilateral)	0.000			
	N	70			70

Nota: expediente clínico

En la Tabla 12 se presenta la correlación entre el puntaje de APGAR al primer minuto y el lactato de cordón umbilical. Se encontró una correlación negativa fuerte entre ambas variables ($r = -0.738$), indicando que a mayores concentraciones de lactato de cordón umbilical correspondieron menores puntajes de APGAR al primer minuto. Esta correlación fue estadísticamente significativa ($p < 0.001$), evidenciando una relación lineal inversa entre el lactato de cordón umbilical y el puntaje de APGAR al primer minuto.

Tabla 13: APGAR al primer minuto vs lactato de cordón umbilical de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

n=70

			Lactato de cordón umbilical	APGAR 1er minuto
APGAR al primer minuto	Correlación	de 1		-0.738
	Pearson			
	Sig. (bilateral)			0.000
	N	70		70
Lactato de cordón umbilical	Correlación	de -0.738		1
	Pearson			
	Sig. (bilateral)	0.000		
	N	70		70

Nota: expediente clínico

En la Tabla 13 se presenta la correlación entre el puntaje de APGAR al primer minuto y el exceso de base (BE) de cordón umbilical. Se encontró una correlación positiva fuerte entre ambas variables ($r = 0.777$), indicando que a mayores valores de exceso de base (BE) de cordón umbilical correspondieron mayores puntajes de APGAR al primer minuto. Esta correlación fue estadísticamente significativa ($p < 0.001$), evidenciando una relación lineal positiva entre el exceso de base de cordón umbilical y el puntaje de APGAR al primer minuto.

Tabla 14: APGAR al primer minuto vs BE de cordón umbilical de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

n=70

			BE de cordón umbilical	APGAR 1er minuto
APGAR al primer minuto	Correlación de 1			0.777
	Pearson			
	Sig. (bilateral)			0.000
	N	70		70
BE de cordón umbilical	Correlación de 0.777			1
	Pearson			
	Sig. (bilateral)	0.000		
	N	70		70

Nota: expediente clínico

En la Tabla 14 se presenta la correlación entre el puntaje de APGAR al quinto minuto y el pH de cordón umbilical. Se encontró una correlación positiva fuerte entre ambas variables ($r = 0.743$), indicando que a mayores valores de pH de cordón umbilical correspondieron mayores puntajes de APGAR al quinto minuto. Esta correlación fue estadísticamente significativa ($p < 0.001$), evidenciando una relación lineal positiva entre el pH de cordón umbilical y el puntaje de APGAR al quinto minuto.

Tabla 15: APGAR al quinto minuto vs pH de cordón umbilical de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

n=70

			pH de cordón umbilical	APGAR 5to minuto
APGAR al quinto minuto	Correlación	de 1	0.743	
	Pearson			
	Sig. (bilateral)		0.000	
	N	70	70	
pH de cordón umbilical	Correlación	de 0.743	1	
	Pearson			
	Sig. (bilateral)	0.000		
	N	70	70	

Nota: expediente clínico

En la Tabla 15 se presenta la correlación entre el puntaje de APGAR al quinto minuto y la presión parcial de dióxido de carbono (pCO_2) de cordón umbilical. Se encontró una correlación negativa fuerte entre ambas variables ($r = -0.665$), indicando que a mayores valores de pCO_2 de cordón umbilical correspondieron menores puntajes de APGAR al quinto minuto. Esta correlación fue estadísticamente significativa ($p < 0.001$), evidenciando una relación lineal inversa entre la presión parcial de dióxido de carbono de cordón umbilical y el puntaje de APGAR al quinto minuto.

Tabla 16: APGAR al quinto minuto vs pCO_2 de cordón umbilical de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

n=70

			PCO2 de cordón umbilical	APGAR 5to minuto
APGAR al quinto minuto	Correlación de 1			-0.665
	Pearson			
	Sig. (bilateral)			0.000
	N	70		70
PCO2 de cordón umbilical	Correlación de -0.665			1
	Pearson			
	Sig. (bilateral)	0.000		
	N	70		70

Nota: expediente clínico

En la Tabla 16 se presenta la correlación entre el puntaje de APGAR al quinto minuto y el lactato de cordón umbilical. Se encontró una correlación negativa fuerte entre ambas variables ($r = -0.655$), indicando que a mayores concentraciones de lactato de cordón umbilical correspondieron menores puntajes de APGAR al quinto minuto. Esta correlación fue estadísticamente significativa ($p < 0.001$), evidenciando una relación lineal inversa entre el lactato de cordón umbilical y el puntaje de APGAR al quinto minuto.

Tabla 17: APGAR al quinto minuto vs lactato de cordón umbilical de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

n=70

			Lactato de cordón umbilical	APGAR 5to minuto
APGAR al quinto minuto	Correlación de	1		-0.655
	Pearson			
	Sig. (bilateral)			0.000
	N	70		70
Lactato de cordón umbilical	Correlación de	-0.655		1
	Pearson			
	Sig. (bilateral)	0.000		
	N	70		70

Nota: expediente clínico

En la Tabla 17 se presenta la correlación entre el puntaje de APGAR al quinto minuto y el exceso de base (BE) de cordón umbilical. Se encontró una correlación positiva fuerte entre ambas variables ($r = 0.634$), indicando que a mayores valores de exceso de base (BE) de cordón umbilical correspondieron mayores puntajes de APGAR al quinto minuto. Esta correlación fue estadísticamente significativa ($p < 0.001$), evidenciando una relación lineal positiva entre el exceso de base de cordón umbilical y el puntaje de APGAR al quinto minuto.

Tabla 18: APGAR al quinto minuto vs BE de cordón umbilical de los pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

n=70

			BE de cordón umbilical	APGAR 5to minuto
APGAR al quinto minuto	Correlación	de 1		0.634
	Pearson			
	Sig. (bilateral)			0.000
	N	70		70
BE de cordón umbilical	Correlación	de 0.634		1
	Pearson			
	Sig. (bilateral)	0.000		
	N	70		70

Nota: expediente clínico

Relación entre resultados de gasometría de cordón umbilical y complicaciones secundario a la asfixia neonatal en neonatos atendidos en el Hospital Alemán Nicaraguense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

En la Tabla 18 se comparan los parámetros de la gasometría de cordón umbilical según la presencia de encefalopatía hipóxico-isquémica en los neonatos con asfixia neonatal.

Los neonatos que presentaron encefalopatía hipóxico-isquémica mostraron un pH promedio significativamente menor en comparación con aquellos que no desarrollaron esta complicación (7.00 ± 0.11 vs. 7.12 ± 0.11), con una diferencia de medias de 0.11 unidades ($t = 3.385$; $p = 0.001$; IC95%: 0.046–0.181).

Asimismo, presentaron un pCO_2 promedio significativamente mayor (54.56 ± 11.07 mmHg vs. 45.04 ± 9.87 mmHg), con una diferencia de medias de 9.53 mmHg ($t = -2.983$; $p = 0.004$; IC95%: -15.900 a -3.153).

En relación con el exceso de base (BE), los neonatos con encefalopatía hipóxico-isquémica presentaron valores promedio más negativos que aquellos sin esta complicación (-13.21 ± 3.95 vs. -8.53 ± 4.00), observándose una diferencia de medias de 4.68 mmol/L ($t = 3.696$; $p < 0.001$; IC95%: 2.153–7.207).

De igual forma, los niveles de lactato fueron significativamente mayores en los neonatos con encefalopatía hipóxico-isquémica (10.48 ± 2.77 mmol/L vs. 7.69 ± 2.99 mmol/L), con una diferencia de medias de 2.80 mmol/L ($t = -2.976$; $p = 0.004$; IC95%: -4.664 a -0.919).

En conjunto, los cuatro parámetros de la gasometría de cordón umbilical mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los neonatos con y sin encefalopatía hipóxico-isquémica, evidenciando que esta complicación se asoció con un mayor grado de alteración del estado ácido-base al nacimiento.

Tabla 19: Relación entre resultados de gasometría de cordón umbilical y encefalopatía hipóxico isquémica en pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

n=70

Estadísticas del grupo

Hallazgo gasometría	Encefalopatía hipóxico isquémica	N	Media	Desv.	Desv. Error promedio
pH de cordón umbilical	Sí	58	7.00	0.1079	0.0311
	No	12	7.12	0.1058	0.0139
PCO2 de cordón	Sí	58	54.56	11.0650	3.1942
	No	12	45.04	9.8675	1.2957
BE de cordón umbilical	Sí	58	-13.21	3.9487	1.1399
	No	12	-8.53	4.0018	0.5255
Lactato de cordón	Sí	58	10.48	2.7738	0.8007
	No	12	7.69	2.9933	0.3930

Prueba de T de Student para muestras independientes

Hallazgos de gasometría de cordón umbilical	Prueba de T para igualdad de medias: Encefalopatía hipóxico isquémica						
	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	IC 95%	
pH	3.385	68	0.001	0.1140	0.0336	0.046-0.181	
pCO2	-2.983	68	0.004	-9.5270	3.1938	-15.900- -3.153	
BE	3.696	68	0.000	4.6806	1.2664	2.153- 7.207	
Lactato	-2.976	68	0.004	-2.7981	0.9384	-4.664 - -0.919	

Nota: expediente clínico

En la Tabla 19 se comparan los parámetros de la gasometría de cordón umbilical según la presencia de hemorragia intraventricular en los neonatos con asfixia neonatal.

Los neonatos que presentaron hemorragia intraventricular mostraron un pH promedio ligeramente mayor en comparación con aquellos que no desarrollaron esta complicación (7.11 ± 0.10 vs. 7.10 ± 0.12), con una diferencia de medias de 0.02 unidades ($t = 0.470$; $p = 0.640$; IC95%: -0.053 a 0.086).

En cuanto al pCO_2 , los pacientes con hemorragia intraventricular presentaron un promedio ligeramente menor (45.35 ± 10.74 mmHg vs. 46.98 ± 10.68 mmHg), con una diferencia de medias de 1.63 mmHg ($t = -0.496$; $p = 0.622$; IC95%: -8.185 a 4.927).

Respecto al exceso de base (BE), ambos grupos presentaron valores promedio similares (-9.26 ± 3.29 vs. -9.36 ± 4.58), con una diferencia de medias de 0.10 mmol/L ($t = 0.071$; $p = 0.944$; IC95%: -2.588 a 2.779).

De igual forma, los niveles de lactato fueron ligeramente mayores en los neonatos con hemorragia intraventricular (8.92 ± 3.88 mmol/L vs. 8.00 ± 2.94 mmol/L), con una diferencia de medias de 0.92 mmol/L ($t = 0.953$; $p = 0.344$; IC95%: -1.000 a 2.832).

En conjunto, ninguno de los parámetros de la gasometría de cordón umbilical mostró diferencias estadísticamente significativas entre los neonatos con y sin hemorragia intraventricular ($p > 0.05$), por lo que no se evidenció asociación entre las alteraciones gasométricas y la presencia de esta complicación.

Tabla 20: Relación entre resultados de gasometría de cordón umbilical y hemorragia intraventricular en pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

n=70

Estadísticas del grupo

Hallazgo gasometría	Hemorragia intraventricular	N	Media	Desv.	Desv. Error promedio
pH de cordón umbilical	Sí	13	7.1146	0.1024	0.0284
	No	57	7.0981	0.1170	0.0155
PCO2 de cordón	Sí	13	45.346	10.7355	2.9775
	No	57	46.975	10.6805	1.4147
BE de cordón umbilical	Sí	13	-9.261	3.2876	0.9118
	No	57	-9.356	4.5755	0.6060
Lactato de cordón	Sí	13	8.915	3.8798	1.0761
	No	57	8.000	2.9379	0.3891

Prueba de T de Student para muestras independientes

Hallazgos de gasometría de cordón umbilical	Prueba de T para igualdad de medias: Hemorragia intraventricular						
	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	IC 95%	
pH	0.470	68	0.640	0.0165	0.0352	-0.053- 0.086	
pCO2	-0.496	68	0.622	-1.6293	3.2857	-8.185- 4.927	
BE	0.071	68	0.944	0.0954	1.3449	-2.588- 2.779	
Lactato	0.953	68	0.344	0.9156	0.9604	-1.000- 2.832	

Nota: expediente clínico

En la Tabla 20 se comparan los parámetros de la gasometría de cordón umbilical según la presencia de enterocolitis necrotizante en los neonatos con asfixia neonatal.

Los neonatos que desarrollaron enterocolitis necrotizante presentaron un pH promedio significativamente menor en comparación con aquellos que no presentaron esta complicación (6.97 ± 0.15 vs. 7.12 ± 0.09), con una diferencia de medias de 0.15 unidades ($t = -4.099$; $p < 0.001$; IC95%: -0.223 a -0.077).

Asimismo, mostraron un pCO_2 promedio significativamente mayor (54.76 ± 11.08 mmHg vs. 45.84 ± 10.12 mmHg), con una diferencia de medias de 9.28 mmHg ($t = -2.891$; $p = 0.039$; IC95%: 1.561–17.989).

En relación con el exceso de base (BE), los neonatos con enterocolitis necrotizante presentaron valores promedio más negativos que aquellos sin esta complicación (-12.47 ± 4.98 vs. -8.88 ± 4.09), con una diferencia de medias de 3.59 mmol/L ($t = -2.392$; $p = 0.020$; IC95%: -6.589 a -0.595).

Finalmente, los niveles de lactato fueron significativamente mayores en los neonatos con enterocolitis necrotizante (10.75 ± 3.01 mmol/L vs. 7.79 ± 2.98 mmol/L), con una diferencia de medias de 2.97 mmol/L ($t = 2.787$; $p = 0.007$; IC95%: 0.842–5.089).

En conjunto, los parámetros de pH, pCO_2 , exceso de base y lactato mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los neonatos con y sin enterocolitis necrotizante, evidenciando una asociación entre un mayor grado de alteración gasométrica al nacimiento y la presencia de esta complicación.

Tabla 21: Relación entre resultados de gasometría de cordón umbilical y enterocolitis necrotizante en pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

n=70

Estadísticas del grupo

Hallazgo gasometría	Enterocolitis necrotizante	N	Media	Desv.	Desv. Error promedio
pH de cordón umbilical	Sí	9	6.9700	0.1519	0.0506
	No	61	7.1205	0.0943	0.0120
PCO2 de cordón	Sí	9	54.756	11.0818	3.6939
	No	61	45.840	10.1177	1.2954
BE de cordón umbilical	Sí	9	-12.467	4.9754	1.6585
	No	61	-8.877	4.0887	0.5235
Lactato de cordón	Sí	9	10.754	3.0096	1.0032
	No	61	7.789	2.9760	0.3810

Prueba de T de Student para muestras independientes

Hallazgos de gasometría de cordón umbilical	Prueba de T para igualdad de medias: Enterocolitis necrotizante						
	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	IC 95%	
pH	-4.099	68	0.000	-0.1504	0.0367	-0.223	-0.077
pCO2	-2.891	68	0.039	9.2752	3.9145	1.561	17.989
BE	-2.392	68	0.020	-3.5898	1.5007	-6.589	-0.595
Lactato	2.787	68	0.007	2.9659	1.0641	0.842	5.089

Nota: expediente clínico

En la Tabla 21 se comparan los parámetros de la gasometría de cordón umbilical según la presencia de sangrado de tubo digestivo alto en los neonatos con asfixia neonatal.

Los neonatos que presentaron sangrado de tubo digestivo alto mostraron un pH promedio ligeramente menor en comparación con aquellos que no desarrollaron esta complicación (7.09 ± 0.10 vs. 7.10 ± 0.12), con una diferencia de medias de 0.01 unidades ($t = -0.201$; $p = 0.841$; IC95%: -0.100 a 0.082).

Asimismo, presentaron un pCO_2 promedio mayor (51.43 ± 6.35 mmHg vs. 46.14 ± 10.92 mmHg), con una diferencia de medias de 5.25 mmHg ($t = 1.253$; $p = 0.215$; IC95%: -3.133 a 13.701).

En relación con el exceso de base (BE), los neonatos con sangrado de tubo digestivo alto presentaron valores promedio más negativos que aquellos sin esta complicación (-10.54 ± 4.63 vs. -9.21 ± 4.33), con una diferencia de medias de 1.34 mmol/L ($t = -0.771$; $p = 0.443$; IC95%: -4.802 a 2.125).

Finalmente, los niveles de lactato fueron ligeramente mayores en los neonatos con esta complicación (8.79 ± 3.76 mmol/L vs. 8.10 ± 3.07 mmol/L), con una diferencia de medias de 0.68 mmol/L ($t = 0.547$; $p = 0.586$; IC95%: -1.811 a 3.179).

En conjunto, ninguno de los parámetros de la gasometría de cordón umbilical mostró diferencias estadísticamente significativas entre los neonatos con y sin sangrado de tubo digestivo alto ($p > 0.05$), por lo que no se evidenció una asociación entre las alteraciones gasométricas al nacimiento y la presencia de esta complicación.

Tabla 22: Relación entre resultados de gasometría de cordón umbilical y sangrado de tubo digestivo alto en pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

n=70

Estadísticas del grupo

Hallazgo gasometría	Sangrado de tubo digestivo alto	N	Media	Desv.	Desv. Error promedio
pH de cordón umbilical	Sí	7	7.0929	0.0962	0.0350
	No	63	7.1021	0.1167	0.0147
PCO2 de cordón	Sí	7	51.429	6.3471	2.3990
	No	63	46.144	10.9174	1.3747
BE de cordón umbilical	Sí	7	-10.543	4.6270	1.7489
	No	63	-9.205	4.3300	0.5455
Lactato de cordón	Sí	7	8.786	3.7550	1.4193
	No	63	8.101	3.0725	0.3871

Prueba de T de Student para muestras independientes

Hallazgos de gasometría de cordón umbilical	Prueba de T para igualdad de medias: Sangrado de tubo digestivo alto						
	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	IC 95%	
pH	-0.201	68	0.841	-0.009	0.045	-0.100- 0.082	
pCO2	1.253	68	0.215	5.248	4.218	-3.133- 13.701	
BE	-0.771	68	0.443	-1.338	1.735	-4.802- 2.125	
Lactato	0.547	68	0.586	0.684	1.250	-1.811- 3.179	

Nota: expediente clínico

En la Tabla 22 se comparan los parámetros de la gasometría de cordón umbilical según la presencia de choque cardiogénico en los neonatos con asfixia neonatal.

Los neonatos que desarrollaron choque cardiogénico presentaron un pH promedio significativamente menor en comparación con aquellos que no presentaron esta complicación (6.93 ± 0.10 vs. 7.12 ± 0.10), con una diferencia de medias de 0.19 unidades ($t = -4.308$; $p < 0.001$; IC95%: -0.273 a -0.100).

Asimismo, mostraron un pCO_2 promedio significativamente mayor (58.88 ± 5.98 mmHg vs. 45.53 ± 10.27 mmHg), con una diferencia de medias de 13.36 mmHg ($t = 3.123$; $p = 0.003$; IC95%: 4.822–21.888).

En relación con el exceso de base (BE), los neonatos con choque cardiogénico presentaron valores promedio más negativos que aquellos sin esta complicación (-14.55 ± 3.37 vs. -8.85 ± 4.12), con una diferencia de medias de 5.70 mmol/L ($t = -3.284$; $p = 0.002$; IC95%: -9.163 a -2.236).

Finalmente, los niveles de lactato fueron significativamente mayores en los neonatos con choque cardiogénico (11.37 ± 1.30 mmol/L vs. 7.87 ± 3.08 mmol/L), con una diferencia de medias de 3.50 mmol/L ($t = 2.744$; $p = 0.008$; IC95%: 0.953–6.039).

En conjunto, los parámetros de pH, pCO_2 , exceso de base y lactato mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los neonatos con y sin choque cardiogénico, evidenciando una asociación entre un mayor grado de alteración gasométrica al nacimiento y el desarrollo de esta complicación.

Tabla 23: Relación entre resultados de gasometría de cordón umbilical y choque cardiogénico en pacientes con asfixia neonatal atendidos en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

n=70

Estadísticas del grupo

Hallazgo gasometría	Choque cardiogénico	N	Media	Desv.	Desv. Error promedio
pH de cordón umbilical	Sí	6	6.9300	0.1008	0.0411
	No	64	7.1172	0.1018	0.0127
PCO2 de cordón	Sí	6	58.883	5.9834	2.4427
	No	64	45.528	10.2677	1.2835
BE de cordón umbilical	Sí	6	-14.550	3.3703	1.3759
	No	64	-8.850	4.1156	0.5145
Lactato de cordón	Sí	6	11.367	1.2972	0.5296
	No	64	7.870	3.0793	0.3849

Prueba de T de Student para muestras independientes

Hallazgos de gasometría de cordón umbilical	Prueba de T para igualdad de medias: Choque cardiogénico						
	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	IC 95%	
pH	-4.308	68	0.000	-0.1871	0.0434	-0.273	-0.100
pCO2	3.123	68	0.003	13.3552	4.2761	4.822	21.888
BE	-3.284	68	0.002	-5.7002	1.7358	-9.163	-2.236
Lactato	2.744	68	0.008	3.4965	1.2743	0.953	6.039

Nota: expediente clínico

11. Análisis

Características sociodemográficas

En la presente investigación predominó el sexo masculino. Este hallazgo coincide con lo reportado por Loaisiga (2019), quien encontró un predominio del sexo masculino (55%) en neonatos con asfixia perinatal atendidos en el Nuevo Hospital Monte España de Managua. De igual manera, Bajgain et al. (2025) y Goel et al. (2025) describieron una mayor frecuencia de recién nacidos masculinos entre los pacientes con asfixia perinatal ingresados a unidades de cuidados intensivos neonatales.

Aunque el sexo masculino no constituye un factor causal de asfixia neonatal, diversos estudios han demostrado que los recién nacidos varones presentan mayor susceptibilidad a la lesión hipóxico-isquémica. Esta mayor vulnerabilidad ha sido atribuida a diferencias biológicas relacionadas con la maduración pulmonar y cerebral, la respuesta inflamatoria y los mecanismos de apoptosis neuronal. Se ha planteado que el cerebro masculino posee menor capacidad de adaptación frente al estrés oxidativo y a la hipoxia, favoreciendo una mayor incidencia de lesión neurológica y complicaciones durante el período neonatal (Volpe, 2018; Molloy et al., 2023). En este sentido, el predominio observado en la presente investigación podría reflejar esta mayor susceptibilidad biológica, más que una diferencia en la exposición a factores obstétricos.

Respecto a la procedencia materna, la mayoría de las pacientes provenía del área urbana. Este resultado probablemente refleja el área de cobertura del Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, centro de referencia ubicado en Managua que atiende principalmente población urbana y periurbana. A diferencia de estudios desarrollados en hospitales regionales donde existe una mayor representación de población rural, la distribución observada responde principalmente a las características demográficas de la población adscrita al hospital y no necesariamente constituye un factor relacionado con la aparición de asfixia neonatal.

En relación con la edad materna, predominó el grupo de 20 a 35 años, seguido muy de cerca por las madres menores de 20 años. Estos resultados difieren parcialmente de los reportados por Loaisiga (2019), quien encontró que el 83% de las madres tenían entre 20 y 35 años. Asimismo, Calix (2016) reportó una elevada frecuencia de madres jóvenes en neonatos con

asfixia perinatal, aunque sin encontrar una correlación significativa entre la edad materna y las alteraciones gasométricas del recién nacido.

La elevada proporción de madres adolescentes observada en este estudio reviste importancia desde el punto de vista obstétrico. Diversas investigaciones han señalado que el embarazo en adolescentes suele asociarse con menor acceso a controles prenatales, mayor frecuencia de anemia, trastornos hipertensivos del embarazo, restricción del crecimiento fetal y complicaciones intraparto, condiciones que incrementan el riesgo de sufrimiento fetal y asfixia neonatal (Demisse et al., 2023). No obstante, dado que el presente estudio no evaluó específicamente la asociación entre edad materna y desenlaces neonatales, estos hallazgos deben interpretarse como una descripción de la población estudiada.

Entre las características maternas evaluadas predominó el embarazo catalogado como de bajo riesgo. Aunque este hallazgo pudiera parecer contradictorio considerando que todos los neonatos presentaron asfixia neonatal, es importante recordar que la clasificación de riesgo obstétrico durante el control prenatal no siempre permite predecir eventos agudos ocurridos durante el trabajo de parto. Existen embarazos inicialmente considerados de bajo riesgo que desarrollan complicaciones intraparto capaces de desencadenar hipoxia fetal aguda, como pérdida del bienestar fetal, circular de cordón o líquido amniótico meconial.

Respecto al número de gestaciones, predominaron las primíparas, seguidas de nulíparas y multíparas. Este comportamiento coincide con lo descrito por Loaisiga (2019), quien también encontró mayor frecuencia de primigestas entre los casos de asfixia perinatal. La literatura ha señalado que las primigestas presentan mayor probabilidad de trabajos de parto prolongados, distocias y cesáreas de urgencia, circunstancias que incrementan el riesgo de hipoxia fetal (Cloherty et al., 2022).

En cuanto a las patologías maternas, la preeclampsia fue la condición más frecuente, seguida de infección de vías urinarias y anemia materna, hipertensión gestacional, diabetes y ruptura prematura de membranas, mientras que la corioamnionitis fue poco frecuente. Estos resultados son congruentes con la evidencia disponible, la cual identifica los trastornos hipertensivos del embarazo como uno de los principales factores asociados con insuficiencia

útero-placentaria, disminución del aporte de oxígeno al feto y desarrollo de hipoxia intrauterina (Berhe et al., 2020; Demisse et al., 2023).

La elevada frecuencia de infección urinaria y anemia también merece atención, ya que ambas condiciones pueden comprometer indirectamente la oxigenación fetal. La anemia disminuye la capacidad de transporte de oxígeno hacia la unidad fetoplacentaria, mientras que las infecciones maternas favorecen la respuesta inflamatoria sistémica, incrementando el riesgo de parto complicado y sepsis neonatal (Allen & Brandon, 2020).

En relación con los controles prenatales, predominó el grupo de madres con 4 a 7 controles, seguido de aquellas con 0 a 3 controles. Aunque la mayoría recibió algún grado de seguimiento prenatal, este resultado sugiere que la sola asistencia a controles no garantiza la prevención de eventos hipóxicos agudos, particularmente cuando estos ocurren durante el trabajo de parto. En consecuencia, además del control prenatal adecuado, resulta indispensable una vigilancia obstétrica intraparto oportuna y una monitorización fetal continua para detectar tempranamente signos de compromiso fetal.

En relación con los factores de riesgo obstétricos, la pérdida del bienestar fetal constituyó el principal hallazgo, seguida de la circular de cordón y la presencia de líquido amniótico meconial. Estos resultados concuerdan con el conocimiento actual sobre la fisiopatología de la asfixia neonatal, ya que estas condiciones representan algunos de los principales mecanismos responsables de la interrupción del intercambio gaseoso feto-placentario durante el trabajo de parto (Allen & Brandon, 2020).

La pérdida del bienestar fetal constituye la manifestación clínica más importante del compromiso hipóxico intrauterino. Las alteraciones en la frecuencia cardíaca fetal reflejan mecanismos compensatorios secundarios a la disminución del aporte de oxígeno, por lo que su identificación constituye una de las principales indicaciones para la finalización oportuna del embarazo. En el estudio realizado por Loaisiga (2019), el sufrimiento fetal agudo también representó uno de los factores intraparto más frecuentes en los neonatos con asfixia moderada, lo cual coincide con los resultados observados en la presente investigación.

Por otra parte, la elevada frecuencia de circular de cordón observada en este estudio resulta fisiopatológicamente coherente. La compresión parcial o total del cordón umbilical

reduce el flujo sanguíneo hacia el feto, favoreciendo la aparición de hipoxemia, hipercapnia y acidosis metabólica. De igual manera, la presencia de líquido amniótico meconial suele representar un marcador indirecto de sufrimiento fetal, especialmente cuando se acompaña de alteraciones del monitoreo fetal intraparto. Diversos autores han señalado que la aspiración de meconio incrementa considerablemente el riesgo de insuficiencia respiratoria, hipertensión pulmonar persistente y necesidad de ventilación mecánica en los recién nacidos con asfixia neonatal (Lakshminrusimha & Keszler, 2015).

Aunque con menor frecuencia, también se identificaron desproporción cefalopélvica, embarazo pélvico, hemorragia obstétrica y prociencia de cordón. Todas estas condiciones incrementan el riesgo de hipoxia fetal debido a la prolongación del trabajo de parto, la compresión del cordón umbilical o la disminución aguda de la perfusión placentaria. Estos hallazgos respaldan el carácter multifactorial de la asfixia neonatal y ponen de manifiesto la importancia de la vigilancia obstétrica continua durante el trabajo de parto.

Respecto a las características neonatales, la mayoría de los recién nacidos presentó un peso adecuado para la edad gestacional, predominando el grupo entre 2500 y 3999 gramos. Asimismo, la mayor parte de los neonatos nació entre las 37 y 40 semanas de gestación. Estos hallazgos son consistentes con los criterios de selección del estudio, ya que únicamente se incluyeron neonatos a término. De igual manera, Loaisiga (2019) reportó que aproximadamente tres cuartas partes de los pacientes con asfixia neonatal correspondían a embarazos entre 37 y 41 semanas, evidenciando que esta entidad continúa afectando predominantemente a recién nacidos de término.

Aunque la prematuridad constituye un importante factor de riesgo para múltiples complicaciones neonatales, la asfixia perinatal no es exclusiva de este grupo. En los neonatos a término, la hipoxia suele obedecer principalmente a complicaciones obstétricas agudas ocurridas durante el trabajo de parto, mientras que en los prematuros frecuentemente se relaciona con inmadurez pulmonar y alteraciones del desarrollo fetal (Fanaroff, 2020). En consecuencia, la elevada proporción de recién nacidos de término observada en este estudio confirma que la asfixia neonatal continúa siendo una complicación importante incluso en gestaciones con adecuado desarrollo fetal.

En cuanto a la vía de nacimiento, predominó la cesárea, resultado semejante al encontrado por González Hernández (2024), quien también describió una elevada frecuencia de nacimientos por vía abdominal entre neonatos con APGAR bajo. Esta elevada proporción probablemente refleja la necesidad de resolver de forma urgente embarazos complicados por sufrimiento fetal agudo u otras alteraciones intrapartos, utilizando la cesárea como estrategia para disminuir el tiempo de exposición fetal a la hipoxia.

Uno de los principales hallazgos del presente estudio fue el comportamiento del puntaje de APGAR. Al primer minuto se obtuvo una media de 4.54 puntos, mientras que al quinto minuto esta aumentó hasta 7.49 puntos.

Este comportamiento coincide con lo descrito por Goel et al. (2025), quienes reportaron un APGAR promedio de 5.61 al quinto minuto en neonatos con asfixia perinatal. Asimismo, González Hernández (2024) encontró un APGAR promedio de 4.6 puntos al primer minuto en recién nacidos con depresión neonatal, resultado prácticamente idéntico al observado en la presente investigación.

El incremento del APGAR entre el primero y quinto minuto refleja la respuesta favorable de la mayoría de los neonatos a las maniobras iniciales de reanimación neonatal. Desde el punto de vista fisiopatológico, la restauración de la ventilación y la perfusión pulmonar favorece la corrección progresiva de la hipoxemia, permitiendo mejorar la frecuencia cardíaca, el esfuerzo respiratorio, el tono muscular y la respuesta refleja, componentes que integran el puntaje de APGAR (Casey et al., 2011).

Sin embargo, es importante recordar que el APGAR constituye una herramienta clínica de valoración funcional y no un marcador directo del estado ácido-base del recién nacido. Esta limitación explica por qué algunos pacientes pueden presentar una recuperación clínica aparente mientras persisten alteraciones metabólicas importantes identificadas mediante la gasometría de cordón umbilical, situación ampliamente descrita por Mayol et al. (2022) y posteriormente confirmada por la American Academy of Pediatrics (2014).

La gasometría de cordón umbilical mostró alteraciones compatibles con acidosis metabólica en la mayoría de los pacientes.

Estos resultados guardan estrecha similitud con los obtenidos por González Hernández (2024), quien encontró un pH promedio cercano a 7.10 en neonatos con APGAR bajo al nacimiento. Asimismo, Ulloa et al. (2016) reportaron un pH promedio de 7.12 en pacientes con asfixia perinatal, observando que los casos más graves presentaban valores cercanos a 7.00 y concentraciones elevadas de lactato.

Desde el punto de vista fisiopatológico, la disminución del pH representa la consecuencia directa del metabolismo anaerobio secundario a la hipoxia tisular. Conforme disminuye el aporte de oxígeno, aumenta la producción de ácido láctico, se consume bicarbonato y aparece acidosis metabólica progresiva. Paralelamente, la alteración del intercambio gaseoso favorece la retención de dióxido de carbono, elevando la $p\text{CO}_2$ y contribuyendo al desarrollo de acidosis mixta en los casos más graves (Armstrong & Stenson, 2007).

El comportamiento observado en la presente investigación confirma que el pH, el exceso de base y el lactato continúan siendo los principales indicadores bioquímicos de compromiso hipóxico neonatal. En particular, el lactato constituye un marcador especialmente útil debido a que permanece elevado incluso cuando el pH comienza a normalizarse tras las maniobras de reanimación, permitiendo identificar pacientes con hipoxia tisular significativa aun cuando la evaluación clínica inicial parezca favorable (Victory et al., 2014).

En relación con la evolución clínica, la mayoría de los neonatos ingresó inicialmente a cuidados intermedios, permaneciendo hospitalizados entre siete y catorce días. La oxigenoterapia constituyó el soporte respiratorio más utilizado, mientras que únicamente una proporción menor requirió ventilación invasiva, aminos vasoactivas o ingreso a cuidados intensivos.

Estos resultados sugieren que, aunque todos los pacientes presentaron asfixia neonatal, una proporción importante correspondió a formas leves o moderadas que respondieron favorablemente al tratamiento inicial. Esta observación también se refleja en la condición de egreso, donde el 98.6% de los neonatos sobrevivió al evento agudo.

Las complicaciones más frecuentes fueron la hiponatremia, la hemorragia intraventricular, la encefalopatía hipóxico-isquémica y la enterocolitis necrotizante. Este comportamiento coincide parcialmente con lo descrito por Loaisiga (2019), quien reportó

predominio de complicaciones neurológicas e infecciosas, así como con Bajgain et al. (2025), quienes identificaron una mayor frecuencia de encefalopatía hipóxico-isquémica, convulsiones y estancia hospitalaria prolongada en los pacientes con mayor grado de acidemia.

La baja mortalidad observada en este estudio (1.4%) fue inferior a la reportada por Loaisiga (7%) y Goel et al. (2025). Esta diferencia podría explicarse por una mayor oportunidad en las maniobras de reanimación neonatal, una identificación temprana de los casos y la disponibilidad de soporte intensivo especializado en el Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx.

Uno de los principales hallazgos de la presente investigación fue demostrar que todos los parámetros de la gasometría de cordón umbilical presentaron una correlación estadísticamente significativa con el puntaje de APGAR tanto al primero como al quinto minuto de vida. En términos generales, los neonatos con mejores condiciones ácido-base al nacimiento obtuvieron mayores puntajes de APGAR, mientras que aquellos con alteraciones gasométricas más severas presentaron una adaptación neonatal más comprometida.

En relación con el pH del cordón umbilical, se identificó una correlación positiva muy fuerte con el puntaje de APGAR al primer minuto ($r = 0.870$; $p < 0.001$) y al quinto minuto ($r = 0.743$; $p < 0.001$). Esto indica que conforme aumentaron los valores de pH, también mejoraron las condiciones clínicas de los neonatos durante la adaptación inmediata al nacimiento. La mayor intensidad de la correlación observada al primer minuto sugiere que el pH refleja de manera más directa el estado metabólico fetal previo al inicio de las maniobras de reanimación, mientras que al quinto minuto el puntaje de APGAR ya se encuentra influenciado por las intervenciones terapéuticas realizadas en la sala de partos.

Estos hallazgos son concordantes con los reportados por Mayol et al. (2022), quienes describieron una asociación significativa entre el descenso del pH arterial del cordón umbilical y menores puntajes de APGAR, así como con Taheripanah et al. (2022), quienes concluyeron que el pH constituye uno de los mejores predictores bioquímicos de depresión neonatal. Desde el punto de vista fisiopatológico, la disminución del pH refleja el desarrollo de acidosis metabólica secundaria a la hipoxia tisular, producto del predominio del metabolismo anaerobio y la

acumulación de ácido láctico, alteraciones que comprometen la función neurológica y cardiorrespiratoria del recién nacido (Volpe, 2018).

Respecto a la presión parcial de dióxido de carbono ($p\text{CO}_2$), se evidenció una correlación negativa fuerte tanto con el APGAR al primer minuto ($r = -0.677$; $p < 0.001$) y al quinto minuto ($r = -0.665$; $p < 0.001$). Estos resultados demuestran que concentraciones elevadas de dióxido de carbono se asociaron con una peor condición clínica al nacimiento. La similitud de ambos coeficientes sugiere que la hipercapnia mantiene una relación constante con la depresión neonatal durante los primeros minutos de vida. Fisiopatológicamente, este comportamiento es esperable, ya que la disminución del intercambio gaseoso placentario favorece la retención progresiva de CO_2 , originando acidosis respiratoria que, al persistir el episodio hipóxico, evoluciona hacia una acidosis mixta. La hipercapnia contribuye además a la depresión del sistema nervioso central, disminuyendo el esfuerzo respiratorio, el tono muscular y la respuesta refleja, componentes fundamentales del puntaje de APGAR (Armstrong & Stenson, 2007). Aunque la mayoría de los estudios ha centrado su atención en el pH y el lactato, los presentes resultados ponen de manifiesto que la $p\text{CO}_2$ también constituye un indicador importante de la gravedad de la asfixia neonatal.

En cuanto al lactato, se encontró una correlación negativa fuerte con el APGAR al primer minuto ($r = -0.738$; $p < 0.001$) y al quinto minuto ($r = -0.655$; $p < 0.001$), evidenciando que los neonatos con mayores concentraciones de lactato presentaron los puntajes de APGAR más bajos. Al igual que ocurrió con el pH, la fuerza de la correlación fue ligeramente mayor durante el primer minuto, lo que probablemente refleja que el lactato cuantifica con mayor fidelidad la magnitud del episodio hipóxico ocurrido antes del nacimiento, mientras que el APGAR al quinto minuto incorpora el efecto de la estabilización neonatal. Estos resultados coinciden con lo descrito por Mayol et al. (2022) y Goel et al. (2025), quienes identificaron al lactato como uno de los marcadores bioquímicos con mayor capacidad para predecir depresión neonatal, ingreso a cuidados intensivos y desarrollo de encefalopatía hipóxico-isquémica. Desde el punto de vista fisiopatológico, el incremento del lactato representa la consecuencia directa del metabolismo anaerobio instaurado durante la hipoxia, por lo que su concentración guarda una estrecha relación con la duración e intensidad del compromiso hipóxico.

Finalmente, el exceso de base (BE) mostró una correlación positiva fuerte tanto con el APGAR al primer minuto ($r = 0.777$; $p < 0.001$) como al quinto minuto ($r = 0.634$; $p < 0.001$). Aunque el coeficiente disminuyó ligeramente al quinto minuto, ambos resultados evidencian que valores de BE menos negativos se asociaron con mejores condiciones clínicas al nacimiento. Este hallazgo resulta fisiopatológicamente coherente, ya que el exceso de base constituye uno de los indicadores más sensibles de acidosis metabólica; cuanto más negativo es su valor, mayor es el déficit de bases y, por consiguiente, más severa es la alteración del equilibrio ácido-base fetal. Diversos autores consideran al BE un marcador complementario del pH para estimar la magnitud de la hipoxia intrauterina, debido a que refleja la acumulación de ácidos fijos y permite diferenciar la acidosis metabólica de la respiratoria (American Academy of Pediatrics & American College of Obstetricians and Gynecologists, 2014).

Relación entre resultados de gasometría arterial y complicaciones neonatales

Dentro de las complicaciones neurológicas evaluadas, la encefalopatía hipóxico-isquémica fue la que mostró una relación más estrecha con las alteraciones de la gasometría del cordón umbilical. Los neonatos que desarrollaron esta complicación presentaron valores significativamente menores de pH, mayores concentraciones de pCO_2 y lactato, así como un exceso de base significativamente más negativo en comparación con aquellos que no desarrollaron encefalopatía. Estos hallazgos indican que un mayor grado de acidosis al nacimiento se asocia con un incremento importante del riesgo de lesión cerebral hipóxico-isquémica.

Los resultados obtenidos son consistentes con lo reportado por Mayol et al. (2022), quienes demostraron que los recién nacidos con pH inferior a 7.00 presentaban una incidencia significativamente mayor de encefalopatía hipóxico-isquémica y requerían con mayor frecuencia ingreso a unidades de cuidados intensivos. De igual forma, Goel et al. (2025) observaron que los neonatos con mayores concentraciones de lactato y déficit de base desarrollaban con mayor frecuencia compromiso neurológico y convulsiones durante las primeras horas de vida.

Desde el punto de vista fisiopatológico, esta asociación resulta completamente esperable. La hipoxia ocasiona una disminución crítica del aporte de oxígeno al tejido cerebral, lo que conduce a agotamiento del ATP, pérdida de la homeostasis iónica, edema citotóxico y liberación

masiva de neurotransmisores excitatorios, principalmente glutamato. Posteriormente se desencadenan procesos de estrés oxidativo, inflamación y apoptosis neuronal que condicionan el desarrollo de encefalopatía hipóxico-isquémica (Volpe, 2018). Por ello, cuanto mayor es el grado de acidemia documentado mediante la gasometría del cordón, mayor es también la probabilidad de lesión neurológica significativa.

En contraste, la hemorragia intraventricular no mostró diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los parámetros gasométricos. Aunque los neonatos con esta complicación presentaron ligeras variaciones en el pH, $p\text{CO}_2$, exceso de base y lactato, dichas diferencias no alcanzaron significancia estadística. Este hallazgo difiere parcialmente de algunos estudios realizados en recién nacidos pretérmino, donde la hipoxia severa constituye un importante factor predisponente para hemorragia intraventricular (Papile et al., 2020). Sin embargo, debe considerarse que la población incluida en la presente investigación estuvo conformada exclusivamente por neonatos a término, en quienes la hemorragia intraventricular es considerablemente menos frecuente y depende además de otros factores hemodinámicos, vasculares y de coagulación. En consecuencia, la ausencia de asociación observada probablemente refleja diferencias fisiopatológicas entre recién nacidos pretérmino y de término, más que la inexistencia de un efecto de la hipoxia sobre el sistema nervioso central.

En cuanto a las complicaciones gastrointestinales, la enterocolitis necrotizante mostró diferencias estadísticamente significativas en todos los parámetros de la gasometría de cordón umbilical. Los neonatos que desarrollaron esta complicación presentaron un pH significativamente menor, mayores concentraciones de $p\text{CO}_2$ y lactato, así como un exceso de base más negativo, evidenciando un mayor compromiso metabólico desde el momento del nacimiento.

Estos resultados son fisiopatológicamente consistentes con el mecanismo de lesión intestinal secundario a la asfixia neonatal. Durante la hipoxia grave, el organismo fetal redistribuye el gasto cardíaco priorizando la perfusión cerebral y miocárdica, a expensas de una marcada disminución del flujo sanguíneo hacia el tracto gastrointestinal. La hipoperfusión intestinal mantenida favorece la lesión de la mucosa, incrementa la permeabilidad intestinal y facilita la translocación bacteriana, mecanismos fundamentales en el desarrollo de la

enterocolitis necrotizante (Cloherty et al., 2022). En este contexto, los parámetros gasométricos alterados reflejan no solamente la intensidad de la hipoxia inicial, sino también la magnitud del compromiso circulatorio sistémico.

Por el contrario, el sangrado de tubo digestivo alto no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados. Aunque los neonatos afectados presentaron valores ligeramente inferiores de pH y mayores concentraciones de pCO_2 y lactato, estas diferencias no fueron suficientes para establecer una asociación estadística. Es posible que este resultado esté influenciado por el reducido número de casos observados, lo que disminuye la potencia estadística para detectar diferencias entre ambos grupos. Asimismo, el sangrado digestivo alto puede depender de múltiples factores adicionales, como alteraciones de la coagulación, estrés fisiológico o lesiones de la mucosa gástrica, que no necesariamente guardan una relación directa con el grado de acidemia al nacimiento.

El choque cardiogénico representó una de las complicaciones con mayor asociación respecto a los parámetros de la gasometría. Los neonatos que desarrollaron esta condición presentaron el pH más bajo, los niveles más elevados de pCO_2 y lactato, así como el mayor déficit de base de toda la cohorte estudiada. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas para los cuatro parámetros analizados.

Este hallazgo coincide con la fisiopatología de la asfixia neonatal. La hipoxia prolongada ocasiona deterioro progresivo de la contractilidad miocárdica, disminución del gasto cardíaco y alteración de la perfusión sistémica. Conforme avanza la acidosis metabólica disminuye la respuesta de los receptores adrenérgicos a las catecolaminas endógenas, reduciendo aún más la capacidad del miocardio para mantener una perfusión adecuada y favoreciendo el desarrollo de choque cardiogénico (Allen & Brandon, 2020). En este sentido, los hallazgos del presente estudio respaldan la utilidad del pH, el lactato y el exceso de base como marcadores tempranos de compromiso cardiovascular severo.

En conjunto, los resultados del presente estudio demuestran que la gasometría de cordón umbilical constituye una herramienta objetiva y clínicamente útil para la valoración inicial de los neonatos con asfixia neonatal. Los parámetros evaluados no solo reflejaron el grado de compromiso ácido-base al nacimiento, sino que también mostraron una estrecha relación con el

estado clínico inmediato del recién nacido y con el desarrollo de complicaciones durante la hospitalización. Particularmente, el pH, el exceso de base, el lactato y la presión parcial de dióxido de carbono presentaron asociaciones significativas con el puntaje de APGAR y con desenlaces clínicos como la encefalopatía hipóxico-isquémica, la enterocolitis necrotizante y el choque cardiogénico, confirmando su utilidad como marcadores tempranos de gravedad.

De todos los parámetros analizados, el pH del cordón umbilical demostró la asociación más estrecha con el estado clínico neonatal, evidenciada por una correlación positiva muy fuerte con el puntaje de APGAR al primer minuto y fuerte al quinto minuto. Este hallazgo confirma que el pH continúa siendo el principal indicador bioquímico del compromiso hipóxico fetal, al reflejar de manera inmediata el equilibrio ácido-base al momento del nacimiento. Sin embargo, el comportamiento observado para el lactato y el exceso de base demuestra que la evaluación gasométrica debe interpretarse de manera integral, ya que cada parámetro aporta información complementaria sobre la intensidad y duración del episodio hipóxico. Mientras el pH refleja el estado ácido-base global, el lactato permite estimar el grado de metabolismo anaerobio y el exceso de base cuantifica la magnitud del componente metabólico de la acidosis, proporcionando una evaluación más completa del compromiso fisiopatológico.

12. Conclusiones

1. Se identificó que los neonatos con asfixia neonatal fueron predominantemente del sexo masculino, hijos de madres procedentes del área urbana y con edades entre 20 y 35 años. Predominaron los embarazos de bajo riesgo, las madres primíparas y la preeclampsia como principal patología materna. La pérdida del bienestar fetal, la circular de cordón y el líquido meconial fueron los principales factores de riesgo obstétricos. Asimismo, la mayoría de los neonatos nació por vía abdominal, con peso adecuado para la edad gestacional.

2. La gravedad de la asfixia neonatal se caracterizó por un puntaje promedio de APGAR de 4.54 ± 1.07 al primer minuto y 7.49 ± 1.07 al quinto minuto. La gasometría de cordón umbilical evidenció un pH promedio de 7.10 ± 0.11 , $p\text{CO}_2$ de 46.67 ± 10.63 mmHg, lactato de 8.17 ± 3.12 mmol/L y exceso de base de -9.33 ± 4.34 mmol/L. Clínicamente, predominó el ingreso a cuidados intermedios, la estancia hospitalaria entre 7 y 14 días, el uso de oxigenoterapia y una supervivencia hospitalaria elevada, siendo la hiponatremia, la hemorragia intraventricular y la encefalopatía hipóxico-isquémica las complicaciones más frecuentes.

3. Se demostró una relación estadísticamente significativa entre los parámetros de la gasometría de cordón umbilical y el puntaje de APGAR. El pH presentó la correlación positiva más fuerte con el APGAR al primer minuto ($r = 0.870$; $p < 0.001$) y con el APGAR al quinto minuto ($r = 0.743$; $p < 0.001$). Por su parte, la $p\text{CO}_2$ mostró correlaciones negativas fuertes con el APGAR al primer ($r = -0.677$; $p < 0.001$) y quinto minuto ($r = -0.665$; $p < 0.001$); el lactato presentó correlaciones negativas fuertes ($r = -0.738$ y $r = -0.655$, respectivamente; $p < 0.001$), mientras que el exceso de base evidenció correlaciones positivas fuertes con el APGAR al primer ($r = 0.777$; $p < 0.001$) y quinto minuto ($r = 0.634$; $p < 0.001$), confirmando que un mayor grado de alteración gasométrica se asoció con peores condiciones clínicas.

4. Los parámetros de la gasometría de cordón umbilical mostraron diferencias estadísticamente significativas según la presencia de encefalopatía hipóxico-isquémica, enterocolitis necrotizante y choque cardiogénico ($p < 0.05$), caracterizadas por valores significativamente menores de pH, mayores concentraciones de $p\text{CO}_2$ y lactato, así como un exceso de base más negativo.

13. Recomendaciones

Al Ministerio de Salud:

- Reforzar las estrategias de capacitación continua dirigidas al personal médico y de enfermería de las áreas de obstetricia, sala de partos y neonatología sobre el reconocimiento oportuno del compromiso fetal, la interpretación de los parámetros de la gasometría de cordón umbilical y la aplicación de los protocolos de reanimación neonatal basados en la evidencia científica.
- Fortalecer los programas de control prenatal, priorizando la detección y el manejo oportuno de factores de riesgo maternos como la preeclampsia, hipertensión gestacional, anemia e infecciones durante el embarazo, con el propósito de disminuir la incidencia de asfixia neonatal y sus complicaciones.

Al Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx:

- Fortalecer el registro clínico de los pacientes mediante el llenado completo y estandarizado de los expedientes médicos, incluyendo los resultados de la gasometría de cordón umbilical, las intervenciones terapéuticas realizadas y la evolución clínica, con el fin de facilitar la vigilancia epidemiológica, la investigación y la evaluación continua de la calidad de la atención neonatal.

A futuros investigadores

- Desarrollar estudios multicéntricos con un mayor tamaño de muestra que permitan validar los hallazgos obtenidos y mejorar la representatividad de los resultados en diferentes hospitales del país.
- Realizar investigaciones de tipo prospectivo que incluyan seguimiento a mediano y largo plazo de los neonatos con asfixia neonatal, con el propósito de evaluar la relación entre las alteraciones de la gasometría de cordón umbilical y el desarrollo neurológico, motor y cognitivo posterior.

14. Bibliografía

- Abuelazm, S., Batton, B., & Talati, A. (2025). Placental abruption and the risk of necrotizing enterocolitis in very low birth weight infants. *Pediatric Research*, 97(2), 411-418. <https://doi.org/10.1038/s41390-024-03510-y>
- Agudelo, P. (2025). Prevalence and risk factors of perinatal asphyxia in low- and middle-income countries. *Frontiers in Pediatrics*, 13, 1534397. <https://doi.org/10.3389/fped.2025.1534397>
- Allen, K., & Brandon, D. (2020). Hypoxic ischemic encephalopathy: Pathophysiology and experimental treatments. *Newborn and Infant Nursing Reviews*, 11(3), 125-133. <https://doi.org/10.1053/j.nainr.2011.07.004>
- American Academy of Pediatrics. (2014). Neonatal encephalopathy and neurologic outcome. *Pediatrics*, 133(5), e1482-e1488.
- American College of Obstetricians and Gynecologists. (2014). Neonatal encephalopathy and neurologic outcome. Washington, DC: ACOG.
- Antonucci, R., Porcella, A., & Pilloni, M. (2014). Perinatal asphyxia in the term newborn. *Journal of Pediatric and Neonatal Individualized Medicine*, 3(2), e030269.
- Apgar, V. (1953). A proposal for a new method of evaluation of the newborn infant. *Current Researches in Anesthesia & Analgesia*, 32(4), 260-267. <https://doi.org/10.1213/00000539-195301000-00041>
- Apio, G., Ocen, D., & Okello, F. (2025). Birth asphyxia outcomes and associated factors among neonates admitted to intensive care units. *BMC Pediatrics*, 25(1), 188. <https://doi.org/10.1186/s12887-025-05552-8>
- Armstrong, L., & Stenson, B. (2007). Use of umbilical cord blood gas analysis in the assessment of the newborn. *Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition*, 92(6), F430-F434. <https://doi.org/10.1136/adc.2006.099846>
- Bajgain, A., Yadav, B., Khan, S., Bhattarai, C., Basnet, K., & Adhikari, K. (2025). Correlation between umbilical cord blood pH with perinatal asphyxia and early neonatal outcome. *Medicine*, 104(30), e43624. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000043624>
- Berhe, Y., Kebede, M., & Berhe, A. (2020). Risk factors of birth asphyxia among neonates born in public hospitals of Tigray, Northern Ethiopia. *Pediatric Health, Medicine and Therapeutics*, 11, 13-20. <https://doi.org/10.2147/PHMT.S235220>
- Calix, D. (2016). Correlación entre el test de APGAR y gasometría del recién nacido con asfixia perinatal de la sala de neonatología del Hospital Leonardo Martínez [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Autónoma de Honduras]. Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

- Casey, B., McIntire, D., & Leveno, K. (2011). The continuing value of the Apgar score for the assessment of newborn infants. *New England Journal of Medicine*, 344(7), 467-471. <https://doi.org/10.1056/NEJM200102153440701>
- Chakkarapani, E., Thoresen, M., & Sabir, H. (2025). Neonatal encephalopathy and hypoxic-ischemic encephalopathy: Definitions, diagnosis and clinical presentation. *Pediatric Research*, 97(2), 215-223. <https://doi.org/10.1038/s41390-025-03986-2>
- Cloherty, J., Eichenwald, E., & Hansen, A. (2022). *Manual of neonatal care* (9th ed.). Philadelphia: Wolters Kluwer.
- Davidson, J., Wassink, G., & van den Heuvel, L. (2021). Update on mechanisms of the pathophysiology of neonatal encephalopathy. *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine*, 26(5), 101267. <https://doi.org/10.1016/j.siny.2021.101267>
- Demisse, M., Fekadu, G., & Tessema, Z. (2023). Birth asphyxia and its associated factors among newborns at a referral hospital in Ethiopia. *BMC Pediatrics*, 23(1), 114. <https://doi.org/10.1186/s12887-024-04575-5>
- Fanaroff, A. (2020). *Fanaroff and Martin's neonatal-perinatal medicine: Diseases of the fetus and infant* (11th ed.). Philadelphia: Elsevier.
- Finster, M., & Wood, M. (2005). The Apgar score has survived the test of time. *Anesthesiology*, 102(4), 855-857. <https://doi.org/10.1097/00000542-200504000-00022>
- Gillam, M., & Gowen, C. (2024). Birth asphyxia. En *StatPearls*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430782/>.
- Goel, H., Khanna, T., Kaushik, V., Sharma, U., Singh, R., Yadav, R., & Shaban, M. (2025). Correlation of umbilical cord blood pH with perinatal asphyxia and early neonatal neurological outcome: Experience from a tertiary care centre in North India. *International Journal of Life Sciences, Biotechnology and Pharma Research*, 14(11), 892-899. https://doi.org/10.69605/ijlbpr_14.11.2025.138
- González, D. (2024). *Correlación entre gasometría de cordón umbilical y neonatos con Apgar bajo al nacer en Hospital Oscar Danilo Rosales Argüello (HEODRA) en el período comprendido enero 2022 - noviembre 2023* [Tesis de especialidad, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua].
- Lakshminrusimha, S., & Keszler, M. (2015). Persistent pulmonary hypertension of the newborn. *NeoReviews*, 16(12), e680-e692. <https://doi.org/10.1542/neo.16-12-e680>
- Loaisiga, K. (2019). *Correlación clínica y gasométrica de los pacientes con diagnóstico de asfixia perinatal en el servicio de neonatología del Nuevo Hospital Monte España, enero 2016-diciembre 2018* [Tesis de especialidad, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua].

- Mayol, M., Hernández, J., & Echevarría, P. (2022). Valoración del recién nacido. Correlación del test de Apgar con la gasometría arterial al nacimiento. *Matronas Profesión*, 22(2), 95-99.
- Molloy, E. (2023). Neonatal encephalopathy and hypoxic-ischemic encephalopathy: Moving from controversy to consensus. *Pediatric Research*, 94(5), 1201-1208.
- Molloy, E., Robertson, N., & Bennet, L. (2023). Neonatal encephalopathy and hypoxic-ischemic encephalopathy: Moving from controversy to consensus. *Pediatric Research*, 94(5), 1201-1208.
- Organización Mundial de la Salud. (2024). Newborn mortality. Geneva: World Health Organization.
- Organización Mundial de la Salud. (2025). Perinatal asphyxia. Geneva: World Health Organization.
- Razaz, N., Cnattingius, S., & Joseph, K. (2023). Neonatal complications and long-term cardiovascular risk after perinatal asphyxia. *Acta Paediatrica*, 112(8), 1560-1568. .
<https://doi.org/10.1111/apa.16797>
- Sahussarungsi, S., Vutthikraivit, W., & Pongpirul, K. (2025). Pulmonary hemorrhage in premature infants. *Biomedicines*, 13(7), 1744.
<https://doi.org/10.3390/biomedicines13071744>.
<https://doi.org/10.3390/biomedicines13071744>
- Selewski, D., Jordan, B., & Askenazi, D. (2013). Acute kidney injury in asphyxiated newborns treated with therapeutic hypothermia. *Journal of Pediatrics*, 162(4), 725-729.
<https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2012.09.054>
- Taheripanah, R., Zamaniyan, M., Ghafari, M., Taheripanah, A., & Malih, N. (2018). The correlation between umbilical cord blood gases and newborn asphyxia. *Crescent Journal of Medical and Biological Sciences*, 5(2), 123-127.
- Ulloa, A., Meneses, E., & Del Castillo, A. (2016). Niveles de pH y lactato en sangre de cordón umbilical en recién nacidos con asfixia perinatal. Repercusión clínica. *Revista del Hospital Juárez de México*, 83(3), 80-85.
- Victory, R., Penava, D., & da Silva, O. (2014). Umbilical cord pH and base excess values in relation to adverse outcome events for infants delivering at term. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 191(6), 2021-2028.
<https://doi.org/10.1016/j.ajog.2004.04.026>
- Volpe, J. (2018). *Neurology of the newborn* (6th ed.). Philadelphia: Elsevier.

- Wang, Q., Zhao, Y., & Liu, J. (2025). Prolonged resuscitation and systemic management of multi-organ dysfunction after severe neonatal asphyxia. *Frontiers in Pediatrics*, 13, 1592769. <https://doi.org/10.3389/fped.2025.1592769>
- White, C., Doherty, D., Henderson, J., Kohan, R., & Newnham, J. (2010). Accurate prediction of hypoxic-ischaemic encephalopathy at delivery: A cohort study. *Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, 23(7), 671-679. <https://doi.org/10.3109/14767050903258728>
- Wiberg, N., Källén, K., Olofsson, P., & Herbst, A. (2008). Relation between umbilical cord blood lactate, base deficit, and pH and neonatal morbidity in term infants. *BJOG: An International Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 115(5), 546-553. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.2008.01653.x>
- Yeh, P., Emary, K., & Impey, L. (2012). The relationship between umbilical cord arterial pH and serious adverse neonatal outcome: Analysis of 51,519 consecutive validated samples. *BJOG: An International Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 119(7), 824-831. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.2012.03335.x>

15. Anexos

Anexo 1: Autorización de revisión de expedientes clínicos

Dr. Noe Trejos:

Subdirector Docente Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx:

Su despacho.

Reciba saludos cordiales de nuestra parte. Somos estudiantes de la carrera de medicina de la Universidad Cardenal Miguel Obando Bravo, Br. Thais Adriana Acosta Alvarado, Br. Erick Moisés Alvarado Acevedo, Br. Alexa Abigail Bermúdez Somarriba.

Estamos llevando a cabo la realización del presente estudio que lleva como título: "Relación entre gasometría de cordón umbilical, puntaje de APGAR y evolución clínica en neonatos con asfixia neonatal, Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025", cuya ejecución requiere la revisión de expedientes clínicos de dicha institución, con el fin de obtener los datos necesarios para la elaboración de los resultados.

Por tal motivo, nos dirigimos formalmente a usted haciendo uso de este medio, para solicitar autorización para la obtención y revisión de los expedientes clínicos.

Es necesario manifestar que la información obtenida de la revisión de los expedientes clínicos se utilizará únicamente para fines investigativos, sin perjuicio de violar los principios de ética y confidencialidad, que puedan poner en riesgo los derechos e integridad de los pacientes, sus familiares o terceros.

Sin nada más que agregar y esperando una respuesta afirmativa de su parte, nos despedimos.

Br. Thais Adriana Acosta Alvarado

Br. Erick Moisés Alvarado Acevedo

Br. Alexa Abigail Bermúdez Somarriba



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional
El Pueblo, Presidente!



MINISTERIO DE SALUD
SILAIS MANAGUA

Managua, 7 de mayo 2026
DDI – MELG – 198 - 7 - 04 – 26

Dr. Noé Trejos
Sub – Director Docente H.C.M
Su Despacho.

Estimado Dr. Trejos

Por medio de la presente me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que estamos autorizando solicitud de investigación, para que los Bachilleres: Thais Adriana Acosta Alavardo, Erick Moisés Alvarado Acevedo y Alexa Abigail Bermúdez Somarriba, estudiantes de medicina de la Universidad Cardenal Miguel Obando Bravo (UNICA) realicen investigación sobre **“Relación entre gasometría de cordón umbilical, puntaje de APGAR y evolución clínica en neonatos con asfixia neonatal, Hospital Alemán Nicaragüense os Marx, periodo enero – diciembre 2025”**

La información se recolectará a través de guía aplicada a revisión de Expediente Clínico de las pacientes con diagnostico antes mencionado, atendidas en el H.C.M.A.N.

Por lo antes expuesto, estamos enviando a los bachilleres, para que se presenten a coordinar con usted la actividad investigativa.

Sin más a que referirme, me suscribo de usted.

Atentamente,

Dra. Mar Ekaterina Lanzas Guido
Sub – Directora de Docencia
SILAIS Managua



CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!

MINISTERIO DE SALUD – SILAIS MANAGUA

Colonia Xolotlan, de la iglesia católica 1/2 c. al norte.

Teléfono: 2251-5740

www.minsa.gob.ni silaismanagua@minsa.gob.ni

Anexo 2: Instrumento de recolección de datos

Relación entre gasometría de cordón umbilical, puntaje de APGAR y evolución clínica en neonatos con asfixia neonatal, Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx, periodo enero-diciembre 2025

I. Datos generales

Ficha No _____ Expediente _____

II. Características sociodemográficas, maternas y neonatales

- Características sociodemográficas:

- Sexo: Masculino _____ Femenino _____
- Procedencia materna: Urbano _____ Rural _____

- Características maternas:

- Edad materna: _____ años
- Riesgo del embarazo: bajo riesgo _____ alto riesgo _____
- Gestaciones previas: nuligesta _____ primigesta _____ multigesta _____
- Patologías maternas: preeclampsia _____ hipertensión gestacional _____ diabetes materna _____ corioamnionitis _____ ruptura prematura de membranas _____ infección de vías urinarias _____ anemia _____
- Factor de riesgo: pérdida del bienestar fetal _____ embarazo pélvico _____ desproporción cefalopélvica _____ embarazo múltiple _____ hemorragia obstétrica _____ líquido amniótico meconial _____ circular de cordón _____ procidencia de cordón _____ otro factor _____
- Controles prenatales: ninguno _____ de 0 a 3 CPN _____ de 4 a 7 CPN _____ más de 7 CPN _____

- Características neonatales:

- Peso al nacer _____ gramos
- Edad gestacional al nacer _____ SG
- Vía de nacimiento: vaginal _____ abdominal _____

III. Evolución clínica y gravedad del paciente

- Puntaje de APGAR

Al primer minuto _____ Al quinto minuto _____

- Gasometría de cordón umbilical

pH _____ pCO₂ _____ lactato _____ BE _____ HCO₃ _____

- Sala de ingreso: cuidados intermedios _____ UCIN _____
- Estancia hospitalaria: _____ días
- Medidas ventilatorias: oxigenoterapia _____ VMNI _____ VMI _____
- Medidas hemodinámicas: uso de aminos _____ uso de catéter venoso central _____ uso de catéter umbilical _____
- Condición de egreso: vivo _____ fallecido _____

IV. Complicaciones neonatales

- Complicación neurológica: encefalopatía hipóxico isquémica _____ hemorragia intraventricular _____
- Complicación respiratoria: hemorragia pulmonar _____ hipertensión pulmonar persistente del recién nacido _____ SDR _____
- Complicación gastrointestinal: enterocolitis necrotizante _____ sangrado de tubo digestivo _____
- Complicación metabólica: hipoglucemia _____ hiponatremia _____ hiperkalemia _____
- Complicación renal: injuria renal aguda _____
- Complicación cardíaca: shock cardiogénico _____
- Complicación hematológica: CID _____

DECLARACIÓN DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS DE PUBLICACIÓN

Nosotros, [Thais Adriana Acosta Alvarado](#) con cédula de identidad [0011109021022A](#), [Erick Moisés Alvarado Acevedo](#) con cédula de identidad [001-150303-1025S](#) y [Alexa Abigail Bermúdez Somarriba](#) con cédula de identidad [041 190702 1000B](#), egresados del programa académico [de Grado, Licenciatura en Medicina General](#) declaramos que:

El contenido del presente documento es un reflejo de nuestro trabajo personal, y toda la información que se presenta está libre de derechos de autor, por lo que, ante cualquier notificación de plagio, copia o falta a la fuente original, nos hacemos responsables de cualquier litigio o reclamación relacionada con derechos de propiedad intelectual, exonerando de toda responsabilidad a la Universidad Cardenal Miguel Obando (UNICA).

Así mismo, autorizamos a UNICA por este medio, publicar la versión aprobada de nuestro trabajo de investigación, bajo el título [Relación entre gasometría de cordón umbilical, puntaje de APGAR y evolución clínica en neonatos con asfixia neonatal, Hospital Alemán Nicaragüense Carlos Marx](#), periodo enero-diciembre 2025. En el campus virtual y en otros espacios de divulgación, bajo la licencia Atribución-No Comercial-Sin derivados, irrevocable y universal para autorizar los depósitos y difundir los contenidos de forma libre e inmediata.

Todo esto lo hacemos desde nuestra libertad y deseo de contribuir a aumentar la producción científica. Para constancia de lo expuesto anteriormente, se firma la presente declaración en la ciudad de Managua, Nicaragua a los [20](#) días del mes [abril](#) de 2026.

Atentamente,

[Thais Acosta Alvarado](#)

tacosta@unica.edu.ni

Firma: _____

[Erick Alvarado Acevedo](#)

Ealvarado10@unica.edu.ni

Firma: _____

[Alexa Bermúdez Somarriba](#)

abermudez@unica.edu.ni

Firma: _____