



**FACULTAD DE CIENCIAS PARA EL CUIDADO DE  
LA SALUD  
CARRERA OBSTETRICIA,  
SEDE SANTIAGO**

**CONSECUENCIAS DE LA ASFIXIA NEONATAL EN EL  
NEURODESARROLLO DEL RECIÉN NACIDO Y SU TRATAMIENTO:  
UNA REVISIÓN NARRATIVA (2015-2024).**

Tesina para optar al Grado de Licenciada en Obstetricia y Matronería

**Guía metodológico: Mg. Jaqueline Sepúlveda Gotterbarm  
Tutor: Dr. Claudio Ítalo Ariel Farias Valenzuela**

**Estudiantes: Catalina Fernanda Astudillo Becerra  
Catalina Paz Cabrera Gatica  
Jessica Alejandra Córdova Carrasco  
Anabel Antonia Fernández Aránguiz  
Kaina Baitiare Manosalva De sa  
Flores Isidora Meza Rodríguez**

**© Catalina Fernanda Astudillo Becerra, Catalina Paz Cabrera Gatica, Jessica Alejandra Córdova Carrasco, Anabel Antonia Fernández Aránguiz, Kaina Baitiare Manosalva De sa, Florencia Isidora Meza Rodríguez.**

**Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.**

**Santiago, Chile  
2024**

## HOJA DE CALIFICACIÓN

En Providencia, Santiago de Chile a \_\_\_\_\_ del 2024, los abajo  
firmantes dejan constancia que las  
estudiantes de la carrera de Obstetricia y Matronería, han  
aprobado la tesis para optar al grado de Licenciatura en Obstetricia y  
Matronería con una nota de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Académico evaluador

\_\_\_\_\_  
Académico evaluador

\_\_\_\_\_  
Académico evaluador

## DEDICATORIAS

*Dedico este trabajo a mis padres, especialmente a mi mamá, por su amor, apoyo incondicional y por darme la oportunidad de cumplir mis sueños, a mi papá, por su amor y crianza, a pesar de que por nuestras venas no corra la misma sangre. A mi hermana Maura, por su constante apoyo y cariño y a mi perrita Pelusa, por su compañía y cariño. A mis abuelas Rosa, Elizabeth y a mi Tata Víctor, por su amor, valores y apoyo, que me dieron fuerza para seguir adelante. Tata, espero que desde donde estés mirándome sientas orgullo por mí. Finalmente, a mis amigas, verdaderas hermanas y a mi pareja, gracias por su paciencia, aliento y cariño.*

*A todos y cada uno de ustedes, ¡gracias infinitas!*

**Catalina Astudillo Becerra**

*A Jorge, mi compañero de vida, gracias por ser mi roca inquebrantable y mi fuente constante de apoyo por sobre todo creer en mí. Tu paciencia, amor y confianza en mí hicieron posible que este sueño se convirtiera en realidad. A Agustina, mi hija, la luz de mis ojos, quien ilumina mis días, el motorcito que me impulsa a seguir día a día y me recuerda cada día por qué vale la pena luchar por mis metas y sueños. Este logro también es para ti, mi pequeña inspiración, mi vida entera. A mis papas, Rommy y Emilio, por su amor, quienes me han apoyado incondicionalmente y han creído en mí dándome las herramientas y valores para superar cualquier desafío. A mis suegros, Jorge y María Purísima, gracias por su cariño, por acogerme como una hija y por ser un apoyo Incondicional en este camino. A todos ustedes, mi familia, mi fuerza y mi motor: esta tesis es tan mía como de ustedes. ¡¡Infinitas Gracias por estar siempre a mi lado!!*

**Catalina Paz Cabrera Gatica**

*En primer lugar, antes de dedicar esta tesina, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, Sandra y Manuel, y a mi compañero de vida, Alberto, por haber estado a mi lado desde el primer día, brindándome su apoyo incondicional, aliento y motivación en cada paso de este proceso. Este trabajo también lo dedico a ellos, así como a mis hijos, Elena y Javier, y a mis hermanos, Camila, Carlos y María Paz.*

*Extiendo esta dedicatoria a todos los profesionales que, con esmero y vocación, trabajan incansablemente por los recién nacidos y sus familias, ofreciendo la mejor atención posible para mejorar sus oportunidades, calidad de vida y bienestar. Finalmente, dedico este esfuerzo a todos los recién nacidos que han sido parte de esta revisión, quienes representan la mayor inspiración detrás de este proyecto y el motor que me impulsa a seguir aprendiendo, para así, en un futuro cercano, contribuir con todo mi compromiso y conocimiento a la salud de mis pacientes.*

**Jessica Alejandra Córdova Carrasco**

*Dedico este trabajo a quienes han estado siempre a mi lado, brindándome su apoyo y confianza inquebrantable a lo largo de este camino. A mi mamá Mariana, mi ejemplo a seguir, cuya fortaleza, amor incondicional y esfuerzo me han guiado en cada paso de mi vida. A mis hermanas Constanza y Martina quienes siempre estuvieron para brindarme su amor tan sincero, por esa contención que necesitaba en momentos donde solo quería rendirme. A mi abue Sonia por siempre ponerme en sus oraciones y pedir para que me fuera bien en mis estudios, a mi tatita Alfredo sé que a pesar de su condición para él hubiera sido un orgullo verme defendiendo esta tesina. Por último, a mis amigas y futuras colegas con las que no solo comparto momentos de alegría sino también de incertidumbre y superación, por su lealtad, apoyo y compañía incondicional.*

*Gracias a todas estas personas por creer en mí, incluso en los momentos de duda, y por ser mi fortaleza cuando más lo necesité.*

**Anabel Antonia Fernández Aránguiz**

*Papas, Mauro y Marcia quería dedicarles no solo el trabajo si no el tiempo invertido en mí, gracias por ser mi mayor soporte, mi mayor ejemplo y sobre todo gracias por no dejarme caer cuando las ganas no me faltaron, espero en algún momento hacerlos sentir orgullosos, a mi sobrina Alicia mi niña los ojitos que me mantienen acá todo lo que hago es por ti, a mi hermano Adriano por tratar de mejorar las cosas, a mi familia que me ha recogido y abrazado cuando no valgo nada, a mi pareja Benjamín que llegó en el momento preciso con su amor, apoyo y franqueza. Finalmente, a todas las personas que se cruzaron por mi camino.*

*Gracias por amarme, guiarme, educarme, cuidarme, corregirme y enderezarme cada uno forjo algo en mí.*

**Kaina Baitiare Manosalva De sa**

*Quiero agradecer y dedicar el presente trabajo en primer lugar, a mí misma, por ser una persona disciplinada, responsable y comprometida con gran espíritu de liderazgo. Agradezco el apoyo de mi familia, mi mamá Patricia Rodríguez Villa quien siempre ha confiado en mis capacidades, a mi hermano Ignacio Meza Rodríguez por el apoyo incondicional, a mis amigas quienes me impulsan a seguir adelante con todo lo que se viene y que sin importar la distancia siempre me alientan a más.*

*También hacer una mención especial a mi fiel compañera de trabajo, locuras y buenos días, Jessica Córdova Carrasco, sin su apoyo durante el proceso nada hubiese sido posible.*

*Por último, le dedico y agradezco a mi pareja y su familia, Ignacio Montero Jopia, quien ha sido mi compañero y me ha contenido durante este proceso, le doy gracias infinitas por confiar en mí, por su lealtad y amor incondicional.*

**Florencia Isidora Meza Rodríguez**

## **AGRADECIMIENTOS**

Nos gustaría expresar nuestros más sinceros y profundos agradecimientos a la Matrona y Profesora Jacqueline Sepúlveda Gotterbarm, al Matrón y Profesor Sergio Jara Rosales y por último al Dr. y nuestro Tutor, Claudio Ítalo Ariel Farias Valenzuela por todo su apoyo y guía durante todo este proceso tan importante para nosotras. Todos sus conocimientos han sido completamente fundamentales, gracias por la dedicación y motivación que nos han entregado, de esta manera les agradecemos también, por todas las enseñanzas que nos han dejado.

Gracias por haber compartido su experiencia profesional con tanta generosidad y por habernos inspirado a alcanzar nuestras metas.

## RESUMEN

La Asfixia Neonatal es una de las principales causas de mortalidad y morbilidad en el recién nacido a nivel mundial, y afecta principalmente en su neurodesarrollo el cual es fundamental para la vida de todo ser humano. El objetivo de la presente revisión fue identificar las consecuencias de la asfixia neonatal en el neurodesarrollo del recién nacido y sus tratamientos, mediante una revisión narrativa de la literatura científica entre 2015 – 2024. A través de las bases de datos “WOS”, “SCOPUS” y “PUBMED” se incluyeron un total de 14 artículos originales utilizando la metodología PRISMA, mediante la combinación de búsqueda en la que se utilizaron palabras clave y operadores booleanos (“newborn” OR “neonatal”) AND (“asphyxia” OR “asphyxia birth”) AND (“neurodevelopment”) AND (“treatment”). Se encontraron resultados relacionados con “Métodos de diagnósticos”, “Signos de Asfixia neonatal o encefalopatía hipóxico-isquémica”, “Factores de riesgos”, “Consecuencias en el neurodesarrollo” y “Tratamientos”. La revisión reveló una distribución geográfica diversa, con estudios concentrados en Europa (43%), Asia (21%) y América (21%), destacando Países Bajos con 4 artículos (28,5%). Los estudios se enfocaron en recién nacidos con asfixia neonatal y encefalopatía hipóxico-isquémica, especialmente en aquellos con 36 semanas o más de gestación (42,9%).

En cuanto a los métodos de diagnóstico, la evaluación Apgar (85,7%) y el pH de sangre de cordón umbilical (64,3%) fueron los criterios más utilizados. Los factores de riesgo identificados incluyeron aspectos maternos (bajos recursos, desprendimiento de placenta) y fetales/RN (prematurez, sufrimiento fetal, bajo pesos al nacer).

Los resultados mostraron que la asfixia neonatal tiene graves consecuencias en el neurodesarrollo, incluyendo discapacidad motora (64,3%), parálisis cerebral (50%), retraso en el lenguaje (21,4%), convulsiones (28,6%) y discapacidades cognitivas (35,7%).

A pesar de las consecuencias negativas, la revisión identificó tratamientos prometedores, como la hipotermia terapéutica (71,4%), sulfato de magnesio (14,3%), eritropoyetina (7,1%) y melatonina intravenosa (7,1%). Es fundamental desarrollar tratamientos eficaces, investigar factores de riesgo y aplicar un manejo adecuado para reducir las

consecuencias negativas en el neurodesarrollo. Finalmente, se planteó que la asfixia neonatal es la principal causa de mortalidad y morbilidad en los recién nacidos, afectando severamente su neurodesarrollo lo cual tiene un impacto significativo en este. Es crucial continuar investigando y desarrollando estrategias efectivas para prevenir y tratar la asfixia neonatal, mejorando así la calidad de vida de los recién nacidos afectados.

Palabras claves: Asfixia neonatal; Recién Nacido; Tratamiento; Neurodesarrollo; Encefalopatía hipóxico-isquémica.

## ABSTRACT

Neonatal asphyxia is one of the main causes of mortality and morbidity in newborns worldwide, and mainly affects their neurodevelopment, which is essential for the life of every human being. The objective of the present studied literature was to identify the consequences of neonatal asphyxia on the neurodevelopment of the newborn and its treatments, through a narrative review of the scientific literature between 2015 - 2024. Through the databases "WOS", "SCOPUS" and "PUBMED" a total of 14 original articles were included using the PRISMA methodology, through the search combination in which keywords and Boolean operators were used (("newborn" OR "neonatal") AND ("asphyxia" OR "asphyxia birth") AND ("neurodevelopment") AND ("treatment")). The results obtained relate to "Diagnostic methods", "Signs of neonatal asphyxia or hypoxic-ischemic encephalopathy", "Risk factors", "Neurodevelopmental consequences" and "Treatments". The review revealed a diverse geographic distribution, with studies concentrated in Europe (43%), Asia (21%) and America (21%), the Netherlands standing out in 4 of the articles (28.5%). The studies focused on newborns with neonatal asphyxia and hypoxic-ischemic encephalopathy, especially those with 36 weeks or more of gestation (42.9%). Regarding diagnostic methods, Apgar evaluation (85.7%) and umbilical cord blood pH (64.3%) were the most used criteria. The identified risk factors included maternal aspects such as low resources and placental abruption; and fetal/ NB as prematurity, fetal distress and low birth weight. The results showed that neonatal asphyxia has serious consequences on neurodevelopment, including motor disability (64.3%), cerebral palsy (50%), language delay (21.4%), seizures (28.6%) and cognitive disabilities (35.7%). Despite the negative consequences, the review identified promising treatments, such as therapeutic hypothermia (71.4%), magnesium sulfate (14.3%), erythropoietin (7.1%) and intravenous melatonin (7.1%). It is essential to develop effective treatments, investigate risk factors and apply adequate management to reduce the negative consequences on neurodevelopment. Finally, it was stated that neonatal asphyxia is the main cause of mortality and morbidity in newborns, severely affecting their neurodevelopment which has a significant impact on it. It is crucial to continue researching and developing effective

strategies to prevent and treat neonatal asphyxia, thus improving the quality of life of affected newborns.

Keywords: Neonatal asphyxia; Newborn; Treatment; Neurodevelopment; Hypoxic-ischemic encephalopathy.

## TABLA DE CONTENIDOS

HOJA DE CALIFICACIÓN .....	iii
DEDICATORIAS .....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	vi
RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	3
TABLA DE CONTENIDOS.....	5
INTRODUCCIÓN .....	7
OBJETIVOS.....	14
METODOLOGÍA .....	15
RESULTADOS .....	17
DISCUSIÓN .....	22
FUTURAS IMPLICACIONES.....	34
CONCLUSIÓN.....	34
REFERENCIAS.....	36
ANEXOS: .....	42
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE TITULACIÓN ....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura N°1 .....	16
Tabla N°1 .....	42

## INTRODUCCIÓN

El neurodesarrollo humano, se define como “un proceso continuo, dinámico y complejo en el cual el sistema nervioso crece, madura y adquiere habilidades más complejas y funcionales a lo largo de la vida” (Cuevas & Machado, 2023, pág. 195). Este proceso ocurre a través de una secuencia ordenada y coordinada de cambios, en el cual participan tanto factores ambientales como biológicos que interactúan de manera recíproca y flexible (Foster & López, 2022). De esta manera, la plasticidad es una de las principales particularidades del neurodesarrollo. Esta se define como “la capacidad biológica, dinámica e inherente del sistema nervioso a experimentar cambios adaptativos, funcionales y estructurales en respuesta a la demanda de su entorno” (Foster & López, 2022, pág. 338). O bien, como “la capacidad que tiene el cerebro de modificar sus circuitos a medida que aprende de sus experiencias” (Mas Salguero, 2019, pág. 145).

Un trastorno del neurodesarrollo se refiere a cualquier desviación en el proceso de evolución del sistema nervioso, que disminuye el rendimiento cognitivo o adaptativo desde la infancia, y ocasiona cambios en el comportamiento que son evidentes en el entorno doméstico, escolar o comunitario (Sánchez-Ventura, 2018). En el Recién Nacido (RN) se habla del neurodesarrollo como “un proceso continuo, dinámico y complejo, que comienza desde antes del nacimiento e implica procesos de crecimiento, diferenciación y maduración del sistema nervioso que irán permitiendo el desarrollo de las diferentes funciones del niño” (Cuevas & Machado, 2023, pág. 195).

La hipoxia, es utilizado como un concepto teórico dentro de la neonatología y no como un diagnóstico. Sin embargo, es definida según la Real Academia Española como “Déficit de oxígeno en un organismo” (Real Academia Española, 2014). “La hipoxia se refiere a entornos ambientales o clínicos que potencialmente amenazan la homeostasis del oxígeno tisular” (Lundby y otros, 2009, pág. 3615) Ocurre cuando la circulación sanguínea no irriga correctamente a los tejidos o cuando la presión de oxígeno es baja en la sangre, lo que se conoce como “hipoxemia”. Asimismo, este bajo nivel puede

presentarse desde leve a grave (Bhutta y otros, 2022). Del mismo modo, existe la hipoxia perinatal, la cual se presenta en un RN antes, durante o después del parto. Es por ello que es esencial identificar y tener un manejo adecuado de este cuadro lo más rápido posible para minimizar cualquier daño a largo plazo (Abogado Negligencias Médicas - Rafael Martín Bueno, 2024).

Se ha demostrado que este cuadro de hipoxia es parte de diversos fenómenos tales como la Asfixia perinatal, cuya definición es:

Un síndrome clínico secundario a la disminución o ausencia de oxígeno (hipoxia) o de perfusión (isquemia), a los tejidos del organismo secundario a hipoxia y/o isquemia fetal intrauterina en el contexto de una suspensión o disminución grave del intercambio gaseoso a nivel de la placenta.

Se asocia a acidosis láctica por metabolismo anaerobio y a retención de CO<sub>2</sub>, bioquímicamente se define como hipoxemia, acidosis e hipercapnia. Puede ser crónica o aguda y producirse antes (20%), durante (70%) o después del parto (10%). En cualquier momento que se genere, es crucial detectarla para revertir o aminorar los efectos deletéreos en los tejidos del feto o del recién nacido. La injuria cerebral producida por Hipoxia-Isquemia durante el periodo perinatal es una de las causas más comúnmente reconocidas de déficit neurológico severo a largo plazo en niños (Parálisis Cerebral) (Hospital San José, 2016, pág. 287).

Cuando se habla de causas y/o riesgos de asfixia perinatal, se caracteriza según el momento de la aparición, es decir, antes del parto, tales como la Hipertensión arterial crónica o inducida por el embarazo, Diabetes no controlada, Infección materna, Edad gestacional dudosa, Sensibilización a factor Rh, Antecedentes de óbito fetal, Oligoamnios o polihidramnios, Gestación múltiple, Embarazo post término, consumo de drogas durante la gestación. Por otro lado, durante el parto se destacan alteraciones tales como la Distocia de presentación, cordón o placenta, Parto prematuro, Rotura prematura de membrana mayor de 24 horas, Monitorización ominosa, Anestesia general, Hipercontractilidad uterina, Meconio en el líquido amniótico, Accidentes del parto (DPPNI, prociencia de cordón, rotura uterina. etc.) (Hospital San José, 2016).

Internacionalmente se describen de 5 a 10 recién nacidos asfixiados por 1000 Recién Nacidos Vivos (RNV). Esta incidencia está asociada al peso y edad gestacional al nacer y al desarrollo socioeconómico, siendo la incidencia reportada en Chile 1-2 por 1000 RNV (Hospital San José, 2016, pág. 287).

Del mismo modo existe la Depresión neonatal la cual se define como “Un trastorno neurológico que afecta a los recién nacidos y se caracteriza por la presencia de signos y síntomas como hipotonía, dificultades respiratorias, bradicardia, cianosis, entre otros” (Cielos y otros, 2023, pág. 14).

Esta se clasifica en leve, moderada y severa, cada una con criterios específicos de diagnóstico basados en:

Puntaje Apgar, el cual se define como “un método rápido para evaluar a un neonato inmediatamente después del nacimiento y en respuesta a la reanimación” (Simón, 2024). Los aspectos por evaluar en esta prueba de Apgar son los aspectos (color de la piel), pulso (frecuencia cardíaca), irritabilidad (irritabilidad refleja), actividad (tono muscular) y respiración (ritmo y esfuerzo respiratorios). Donde cada ítem posee 2, 1 o 0 puntos. Este se aplica al minuto y a los 5 minutos a todo RN (Simón, 2024). Sin embargo, para que sea un criterio de diagnóstico este debe persistir en un puntaje de 0-3 durante al menos 5 minutos (Ministerio de Salud Pública, República Dominicana, 2018).

El pH del cordón medido a través de gases de cordón o arteriales de 1ª hora de vida, que considera como criterio de diagnóstico para la asfixia perinatal la acidosis metabólica severa expresada en  $\text{pH} \leq 7.00$  gases de cordón o del paciente durante su primera hora de vida. Este criterio es aplicado a RN mayor a 34 semanas de edad gestacional, no se incluyen prematuros menores, ya que su tolerancia a la hipoxia y manifestaciones clínicas son variables, según su etapa del desarrollo fetal. (Tapia & González, 2018).

Necesidad de reanimación neonatal, ya que se conoce que aproximadamente “el 10 % de los RN a término o casi a término requieren maniobras iniciales de estabilización para establecer el llanto o la respiración regular, mantener una frecuencia cardíaca superior a

100 latidos por minuto (lpm) y un buen color y tono muscular. Alrededor del 1% requiere ventilación y muy pocos bebés reciben compresiones torácicas o medicación. Sin embargo, la asfixia al nacer es un problema mundial y puede provocar la muerte o secuelas graves” (Burón & Aguayo, 2006, pág. 470).

Es así como la depresión neonatal leve se diagnostica en presencia de antecedentes de sufrimiento fetal agudo y cuando el puntaje Apgar es menor de 6 al primer minuto, mejorando a 7 o más a los cinco minutos. Además, el pH del cordón es superior a 7,18 y el EB se encuentra entre -10 y -11,9. El recién nacido permanece asintomático durante los primeros 10 minutos de vida, sin necesidad de intervenciones adicionales. La depresión neonatal moderada se presenta cuando el puntaje Apgar es menor de 6 al primer minuto y permanece en 6 o menos a los cinco minutos. El pH del cordón varía entre 7,0 y 7,18, y el EB está entre -12 y -15,9. En estos casos, el recién nacido también permanece asintomático durante los primeros 10 minutos, aunque existe un riesgo de evolucionar a encefalopatía leve (grado I) sin compromiso de otros órganos y, por último, la depresión neonatal severa o asfixia, los criterios son más críticos. El puntaje Apgar es inferior a 3 al primer minuto o menor de 5 a los cinco minutos, y el recién nacido requiere reanimación neonatal. Los gases del cordón o los gases arteriales obtenidos dentro de la primera hora de vida muestran un pH de  $\leq 7,0$  o un EB inferior a -16 mEq/L. Además, hay signos de compromiso asfíctico en uno o más órganos, llevando a complicaciones multisistémicas como encefalopatía hipóxico-isquémica (67%), compromiso miocárdico (25%), disfunción renal (50%), alteraciones de la coagulación, y problemas en el hígado, el sistema gastrointestinal (2,8%) o el sistema respiratorio (23%) (Hospital San José, 2016, pág. 288).

Por otro lado, una complicación importante de la depresión neonatal moderada o severa es la encefalopatía hipóxico-isquémica (EHI); su incidencia varía de uno a ocho casos por cada 1000 nacidos vivos en las naciones desarrolladas y puede incrementarse hasta 26 por 1000 nacidos vivos en los países subdesarrollados. Esta patología puede comprometer múltiples sistemas, principalmente el cardiorrespiratorio y el renal, pudiendo

llevar a la muerte por falla multisistémica (Ministerio de Salud Pública, República Dominicana, 2018).

Las manifestaciones clínicas son variables, dependiendo de la severidad de la AN. Generalmente, el órgano que primero muestra signos de repercusión es el cerebro, provocando una disfunción neurológica. Dadas sus manifestaciones y el origen de estas, se le ha denominado tradicionalmente encefalopatía hipóxico-isquémica (Tapia & González, 2018, pág. 96). “El término “encefalopatía” denota una disfunción neurológica aguda de gravedad variable que se caracteriza por dificultad para despertar o mantener la vigilia, dificultad para iniciar o mantener la respiración (depresión respiratoria), alteración del tono muscular y de las respuestas motoras, de la reactividad y los reflejos, de la capacidad de alimentación y, con frecuencia, convulsiones” (Ministerio de sanidad, servicios sociales e igualdad, 2015, pág. 23).

La clasificación más común es dada por la escala de Sarnat y Sarnat, que surgió en un estudio de veintiún RN de 36 semanas o más con EHI, en la cual se observaron tres estadios clínicos de la EHI desde el grado I (leve), grado II (moderado) y grado III (severo) (Sarnat & Sarnat, 1976), esta escala originalmente consideraba un total de diecisiete ítems, que a lo largo de los años se han ido acotando, lo que llamamos escala de Sarnat Modificada, la cual evalúa: Nivel de conciencia, tono muscular, postura, reflejo de moro, reflejo de succión, función autonómica, pupilas, convulsiones, EEG (electroencefalograma) y duración del cuadro de encefalopatía. Evaluando condiciones tales como, el nivel de conciencia, tono muscular, postura, reflejo de Moro, reflejo succión, función autonómica, pupilas, convulsiones, EEG y duración (Hospital San José, 2016).

También se utiliza la escala de Thompson, que evalúa el Valor Predictivo Positivo para EHI con un sistema de puntuación aplicado en el periodo neonatal, que predice el resultado al año de edad, el que incluye criterios clínicos presentes en la escala de Sarnat y Sarnat (aunque no todos) y agrega la evaluación de reflejo de prensión, el patrón respiratorio y la evaluación de la tensión de la fontanela, con la finalidad de poder

prescindir del uso de ecografía, pensando en la poca disponibilidad de ésta en países no desarrollados (Thompson y otros, 1997).

Los efectos a largo plazo de la asfixia al nacer dependen de la parte del cerebro lesionada y de la gravedad de la lesión. Algunas de las consecuencias destacadas son tales como la Parálisis cerebral, Epilepsia y trastornos convulsivos, Trastornos motores, Retrasos intelectuales y en el desarrollo (I / DD), Retrasos en el habla, Trastornos del aprendizaje y discapacidades, Discapacidades intelectuales, Trastornos conductuales y emocionales, Discapacidad auditiva, Discapacidad visual, Problemas de alimentación, asuntos nutricionales y problemas de salud oral, Síntomas del dolor, Afecciones respiratorias, Problemas de la piel, Problemas ortopédicos, Condiciones neurológicas, Condiciones de salud mental (Reiter & Walsh, 2024).

Algunos de los principales tratamientos para los RN asfixiados es la hipotermia terapéutica, que debe ser administrada en las primeras 6 horas desde que ocurrió la asfixia y debe mantenerse 72 horas idealmente, de esta manera se reduce la gravedad de la condición (Reiter & Walsh, 2024). También, se ha utilizado la eritropoyetina (Ezenwa y otros, 2020), melatonina (Jerez y otros, 2020) y topiramato (Filippi y otros, 2018) como neuroprotectores.

En los RN es fundamental poder realizar una inspección general para así poder evaluar los aspectos neurológicos y observar sin intervención por parte del explorador. Es primordial observar cómo reacciona el RN, sus movimientos y sus primeros reflejos. Además de la exploración neurológica básica es de sumo interés la evaluación del desarrollo psicomotor, el cual se define como “un proceso evolutivo, multidimensional e integral, en donde niños y niñas van adquiriendo un conjunto de habilidades en forma progresiva dependiendo de la maduración del sistema nervioso central y la relación del niño(a) con su entorno” (Chile Crece Contigo, 2024). Se debe no sólo valorar “qué hace” el RN sino “cómo lo hace” y tener en cuenta que dentro del examen físico-neurológico del RN se evidencian algunos signos de alarma. (Cuevas & Machado, 2023).

Es por ello, que un diagnóstico oportuno de Asfixia Neonatal en el RN permite lograr aplicar un tratamiento lo antes posible para así, disminuir los múltiples trastornos neurológicos tales como los que impulsa esta investigación, es el estudio científico basado en evidencia aportado en el área de la neonatología. Dado que, se ha revelado una participación deficiente tanto de profesionales como de estudiantes de obstetricia. Es de interés poder informar a nivel nacional e internacional a todo profesional, con el objetivo de mejorar prácticas clínicas en el RN, un tratamiento oportuno y un enfoque especializado. Es así como se podría aumentar el porcentaje de sobrevida y disminuir el riesgo a aquellas consecuencias neurológicas derivadas de la asfixia perinatal en el RN.

Para efectos de esta revisión, los artículos seleccionados se refieren como asfixia perinatal a la definición de depresión neonatal severa o Asfixia Neonatal (AN). En base a lo expuesto anteriormente, se ha planteado la siguiente pregunta de investigación:  
¿Cuáles son las consecuencias y tratamientos de la Asfixia Neonatal en el neurodesarrollo del RN?

## OBJETIVOS

### **1.1 Objetivo General:**

Identificar las consecuencias de la asfixia neonatal en el neurodesarrollo del RN y sus tratamientos, mediante una revisión narrativa de la literatura científica entre 2015 – 2024.

### **1.2 Objetivo Especifico:**

- Describir las consecuencias de la asfixia neonatal para el neurodesarrollo del RN
- Describir los tratamientos utilizados para la asfixia neonatal en el RN.
- Describir los métodos de diagnósticos, factores de riesgo, y signos de asfixia neonatal y EHI.

## METODOLOGÍA

Se realizó una revisión bibliográfica narrativa en diferentes bases de datos, desde enero del 2015 hasta octubre del 2024, donde se seleccionaron artículos originales en inglés sobre la asfixia neonatal en el RN, las consecuencias en el neurodesarrollo y tratamientos.

Las bases de datos utilizadas para la siguiente investigación fueron SCOPUS, PUBMED y WOS. Para realizar la búsqueda fueron empleadas las siguientes palabras claves según los Descriptores en Ciencias de Salud (DeCS): Inglés: “Newborn”, “Neurodevelopment”, “treatment”, “asphyxia”, “asphyxia birth” Por otro lado, como operador booleano se utilizó “AND”, “OR” que permitió crear las diferentes combinaciones de búsqueda conjuntamente a las palabras claves definidas.

A continuación, se presenta la combinación de búsqueda planteada en el idioma inglés:

1. (“newborn” OR “neonatal”) AND (“asphyxia” OR “asphyxia birth”) AND (“neurodevelopment”) AND (“treatment”).

Los artículos originales fueron analizados y seleccionados de acuerdo con los siguientes criterios con el objetivo de enfocar la búsqueda a investigaciones con la información necesaria:

a) Criterios de inclusión:

- Artículos originales centrados en el RN y su neurodesarrollo.
- Artículos originales centrados en consecuencias de AN y EHI.
- Artículos originales centrados en tratamientos para AN y EHI.

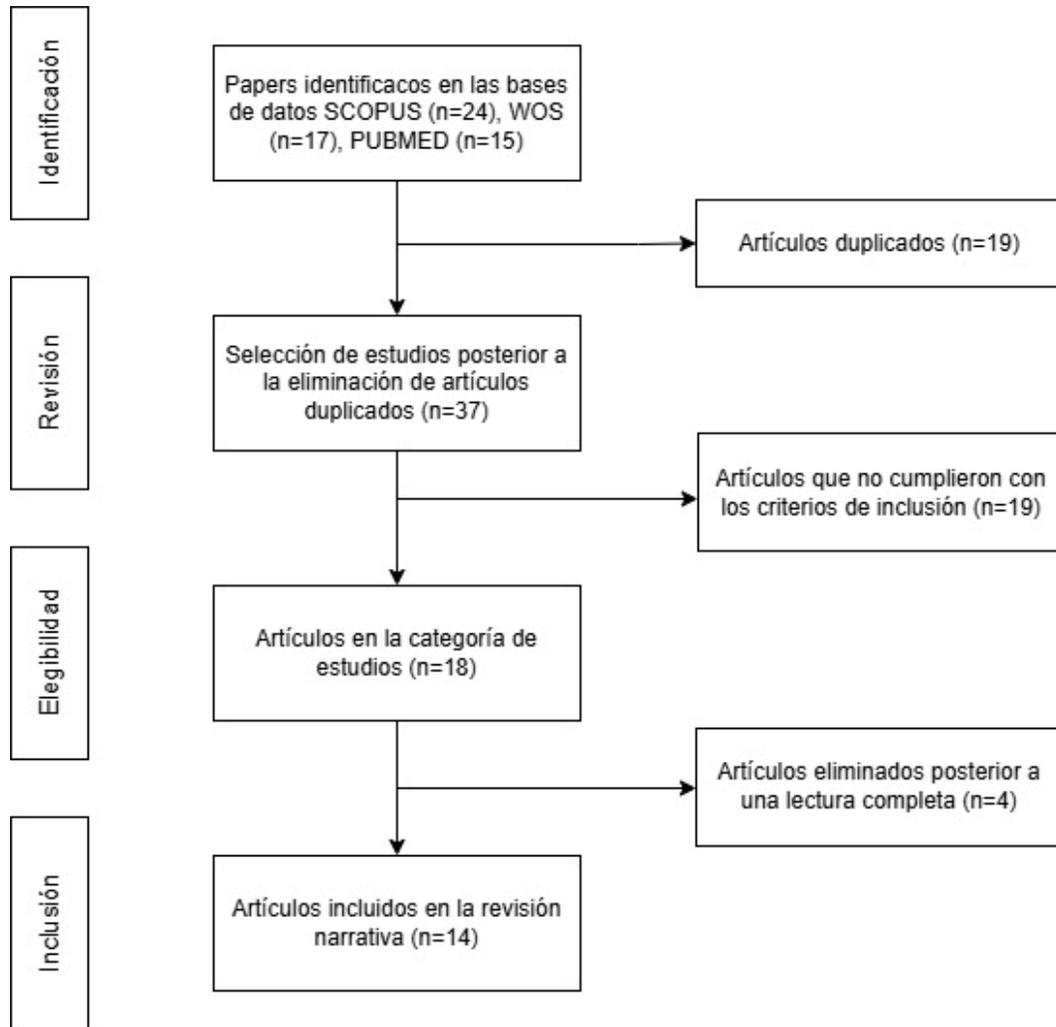
b) Criterios de exclusión:

- Artículos originales duplicados.
- Artículos originales con estudios en animales.
- Artículos originales centrados en marcadores biomoleculares.

A continuación, se presenta un diagrama resumen de los resultados de la búsqueda y selección de los artículos:

### Figura N°1

Diagrama de flujo de búsqueda bibliográfica realizada.



*Nota:* Elaboración propia, realizado bajo la metodología PRISMA (Page y otros, 2021)

## RESULTADOS

### -----TABLA 1-----

Un total de 14 artículos se relacionaron en base a las consecuencias de la asfixia neonatal en el neurodesarrollo y tratamientos. Tabla 1. Se utilizó la siguiente codificación para extraer los siguientes datos: (1) Referencias, (2) diseño de estudio, (3) población, (4) factores de riesgo, (5) signos de asfixia o EHI, (6) consecuencias en el neurodesarrollo, (7) otras consecuencias y (8) tratamiento.

Las investigaciones que han sido objeto de esta revisión (catorce artículos en total) se concentran principalmente en resultados obtenidos en Europa (seis artículos, 43%), (Alderliesten et al., 2015; Dekkers et al., 2020; Filippi et al., 2018; Jerez et al., 2020; Parmentier et al., 2020; Weeke et al., 2017) mientras que Asia y América comparten proporción con 21% cada uno (Gerner et al., 2019; Iqbal et al., 2021; Pেকেles et al., 2023; Prakash et al., 2016; Procianoy et al., 2020; Thi Thanh Tran et al., 2024). Países bajos es el país que destaca en número de estudios (cuatro artículos, 28,5%). Las investigaciones en África (Nigeria y Tanzania) (Ask et al., 2023; Ezenwa et al., 2020) enfocan sus estudios en el uso de tratamientos alternativos, como son la Ventilación con Bolsa-Mascarilla y la Eritropoyetina como neuroprotector, debido a los recursos limitados en estos países.

En la población de estudio analizada se evidencian investigaciones hechas a RN que han sufrido o han sido diagnosticados con asfixia neonatal y EHI, en los cuales se especifica

claramente en seis estudios (42,9%) donde 4 son de 36 semanas en adelante (Filippi et al., 2018; Gerner et al., 2019; Jerez et al., 2020; Weeke et al., 2017) y 3 son desde las 37 semanas (Ezenwa et al., 2020; Iqbal et al., 2021; Prakash et al., 2016). Con respecto a la distribución por género solo tres (21,4%) estudios segregaron por sexo de RN (Ask et al., 2023; Gerner et al., 2019; Parmentier et al., 2020) y en cuanto a muerte durante la investigación se mencionan solo en cuatro (28,6%) (Alderliesten et al., 2015; Pekeles et al., 2023; Thi Thanh Tran et al., 2024; Weeke et al., 2017). En la revisión destacan los siguientes criterios como métodos diagnósticos: evaluación Apgar en doce estudios (85,7%) (Alderliesten et al., 2015; Ask et al., 2023; Dekkers et al., 2020; Ezenwa et al., 2020; Filippi et al., 2018; Gerner et al., 2019; Jerez et al., 2020; Parmentier et al., 2020; Pekeles et al., 2023; Prakash et al., 2016; Procianoy y otros, 2020; Weeke y otros, 2017) siendo ésta en conjunto con nueve artículos (64,3%) (Alderliesten et al., 2015; Ezenwa et al., 2020; Filippi et al., 2018; Gerner et al., 2019; Jerez et al., 2020; Parmentier et al., 2020; Pekeles et al., 2023; Procianoy et al., 2020; Weeke et al., 2017) que mencionan el pH de sangre de cordón umbilical siendo los criterios más usados para realizar el diagnóstico. Por otro lado, se utilizó la necesidad de reanimación neonatal en ocho revisiones (57,1%) (Ask et al., 2023; Ezenwa et al., 2020; Filippi et al., 2018; Jerez et al., 2020; Parmentier et al., 2020; Prakash et al., 2016; Procianoy et al., 2020; Thi Thanh Tran et al., 2024). Además, para evaluar la encefalopatía neonatal o el daño hipóxico-isquémico se utilizaron la escala de SARNAT en diez (71,4%) (Alderliesten et al., 2015; Ezenwa et al., 2020; Iqbal et al., 2021; Jerez et al., 2020; Parmentier et al., 2020; Pekeles et al., 2023; Prakash et al., 2016; Procianoy et al., 2020; Thi Thanh Tran et al., 2024; Weeke et al., 2017) de estos estudios; puntuación de Thompson (Dekkers y otros, 2020; Parmentier y otros, 2020; Thi Thanh Tran y otros, 2024; Weeke y otros, 2017), aEEG

(Filippi et al., 2018; Parmentier et al., 2020; Pekeles et al., 2023; Weeke et al., 2017) y resonancia magnética (Alderliesten et al., 2015; Dekkers et al., 2020; Gerner et al., 2019; Pekeles et al., 2023) los cuales se mencionan en 4 estudios (28,6%).

La revisión de factores de riesgo se encuentra dividida en dos clasificaciones: maternas y fetales / RN. En los factores maternos la característica más predominante fue la presencia de bajos recursos específicamente en tres (21,4%) de estos (Prakash et al., 2016; Thi Thanh Tran et al., 2024; Weeke et al., 2017), la falta de acceso a los tratamientos, baja muestra y deserción de esta misma generando la falta de estudios. Además, se consideró el desprendimiento de placenta en dos (14,3%) estudios (Ezenwa et al., 2020; Procianoy et al., 2020), rotura uterina en un estudio (Ezenwa et al., 2020), prolapso de cordón en un estudio (Procianoy et al., 2020) y el sufrimiento fetal también mencionado solo en uno (Ezenwa et al., 2020). En los factores de riesgo de fetales / RN de los cuales seis artículos (42,94%), no especifican (Alderliesten et al., 2015; Dekkers et al., 2020; Filippi et al., 2018; Jerez et al., 2020; Gerner et al., 2019; Parmentier et al., 2020) y ocho artículos si especifican destacándola prematuridad (Ezenwa et al., 2020), sufrimiento fetal (Ezenwa et al., 2020) y bajo peso al nacer (Pekeles et al., 2023).

Una de las consecuencias del neurodesarrollo destacadas durante la revisión es la discapacidad motora ya que esta estuvo presente en nueve de los catorce estudios (64.3%) (Alderliesten et al., 2015; Ask et al., 2023; Dekkers et al., 2020; Ezenwa et al., 2020; Filippi et al., 2018; Gerner et al., 2019; Jerez et al., 2020; Prakash et al., 2016; Procianoy et al., 2020). De estos mismos la mitad destacan la parálisis cerebral como la principal consecuencia de la asfixia neonatal (50%) (Alderliesten et al., 2015; Dekkers et

al., 2020; Gerner et al., 2019; Parmentier et al., 2020; Pekeles et al., 2023; Thi Thanh Tran et al., 2024; Weeke et al., 2017). Sin embargo, existen otras consecuencias mencionadas, ya que tres estudios presentaban retraso en el lenguaje (21,4%) (Ask et al., 2023; Jerez et al., 2020; Procianoy et al., 2020), cuatro convulsiones (28,6%) (Ask et al., 2023; Ezenwa et al., 2020; Filippi et al., 2018; Iqbal et al., 2021) y dos de estos mismos presentaban epilepsia (14,3%) (Filippi et al., 2018; Pekeles et al., 2023). Dos estudios describen lesiones cerebrales (14,3%) (Alderliesten et al., 2015; Gerner et al., 2019), otros cinco, discapacidades cognitivas (35,7%) (Dekkers et al., 2020; Ezenwa et al., 2020; Jerez et al., 2020; Procianoy et al., 2020; Weeke et al., 2017), seguido de cuatro (28,6%) que presentaron retraso neurológico (Iqbal et al., 2021; Prakash et al., 2016; Procianoy et al., 2020; Thi Thanh Tran et al., 2024) y discapacidades neurológicas (Filippi et al., 2018) y, por último, tres presentaron retraso en el neurodesarrollo (21,4%) (Dekkers et al., 2020; Ezenwa et al., 2020; Parmentier et al., 2020). Por otro lado, solo uno presentó alteraciones en el comportamiento (Parmentier et al., 2020), en los movimientos generales (Dekkers et al., 2020), discapacidad intelectual (7,1%) (Dekkers et al., 2020). Por último, en las consecuencias menos comunes se encontró la cuadriparesia espástica (Pekeles et al., 2023).

Por otro lado, cuando se mencionan otras consecuencias, la muerte neonatal es uno de los principales efectos de la asfixia neonatal, siendo 13 artículos (Alderliesten, y otros, 2015; Ask, y otros, 2023; Dekkers, y otros, 2020; Ezenwa, y otros, 2020; Filippi, y otros, 2018; Gerner, y otros, 2019; Iqbal, y otros, 2021; Jerez, y otros, 2020; Parmentier, y otros, 2020; Prakash, Savitha, & B., 2016; Procianoy y otros, 2020; Thi Thanh Tran, 2024; Weeke, 2017) de los cuales once (78,6%), de estos mismos incluye morbilidad neonatal.

Por otro lado, solo uno describe morbilidades renales y/o hepáticas (7,1%) (Thi Thanh Tran et al., 2024). Igualmente, se destaca la discapacidad auditiva en cuatro estudios (28,6%) (Ezenwa et al., 2020; Filippi et al., 2018; Parmentier et al., 2020; Weeke et al., 2017) y la discapacidad visual en la mitad de los estudios revisados (50%) (Dekkers et al., 2020; Ezenwa et al., 2020; Filippi et al., 2018; Gerner et al., 2019; Parmentier et al., 2020; Pekeles et al., 2023; Weeke et al., 2017).,2023).

En cuanto a los tratamientos se describen varios procedimientos y medicamentos orientados al manejo de la Asfixia neonatal en RN. El tratamiento más predominante en esta revisión fue la Hipotermia terapéutica en diez de catorce artículos (71,4%) (Alderliesten et al., 2015; Dekkers et al., 2020; Filippi et al., 2018; Gerner et al., 2019; Jerez et al., 2020; Parmentier et al., 2020; Pekeles et al., 2023; Procianoy et al., 2020; Thi Thanh Tran et al., 2024; Weeke et al., 2017). También se identifican otros tratamientos farmacológicos tales como el Sulfato de Magnesio mencionado en 2 artículos (14,3%) (Iqbal et al., 2021; Prakash et al., 2016), la Eritropoyetina, mencionado una vez (Ezenwa et al., 2020) y la Melatonina Intravenosa mencionada en solo un estudio (Jerez et al., 2020). Además, se menciona un tratamiento complementario a la HT con Topiramato (Fármaco Antiepiléptico) (Filippi et al., 2018). En opciones como tratamientos alternativos se describe en un artículo el uso de VMW (Ask et al., 2023).

## DISCUSIÓN

La finalidad de esta revisión es identificar las consecuencias y tratamientos de la asfixia neonatal en el neurodesarrollo del RN, mediante una revisión narrativa. En este sentido, destacan como principales consecuencias la discapacidad motora, el retraso cognitivo y parálisis cerebral. Mientras que los resultados obtenidos en cuanto a tratamientos utilizados, la HT es el método terapéutico más usado.

La asfixia neonatal es un acontecimiento con efectos de gran alcance, pudiendo conducir no solo al desarrollo de encefalopatía neonatal, sino también a un fallo multiorgánico (Iribarren y otros, 2022), por su gran implicación y alta tasa de morbilidad neurológica grave, es de suma importancia conocer sus consecuencias y sus tratamientos, para optar por medidas de prevención atingentes.

De esta manera, durante esta revisión, se destaca encefalopatía hipóxico-isquémica ya que “Es uno de los problemas médicos perinatales más importante a nivel mundial, siendo una de las causas más importantes de mortalidad y secuelas neurológicas en el neonato. La incidencia de ésta en publicaciones de países desarrollados es de aproximadamente 1-2 casos por 1.000 nacidos vivos (NV)” (Novoa y otros, 2017, págs. 52, 53) recalcando la gravedad que llegan a tener estas consecuencias en el neurodesarrollo y para la supervivencia del RN, por lo que es de suma importancia el manejo de conocimiento y medidas para el personal clínico.

Durante décadas, el sistema de puntuación de Apgar se ha utilizado para evaluar el estado neonatal y determinar la necesidad de reanimación o intensificación de la atención (Edwards y otros, 2023). Sin embargo, un estudio previo, sugieren que estos criterios podrían no ser útiles dada la actualización en el manejo del parto y nacimiento, además de los nuevos antecedentes que se manejan sobre la fisiología neonatal (Michel, 2022).

Del mismo modo, en un consenso de la Academia Americana de Pediatría, citado por Chamorro y otros (2021) propone que el puntaje de Apgar es un método conveniente para informar el estado del RN. En el informe de Encefalopatía neonatal y resultado neurológico un Apgar de 0-3 a los 5 minutos, se consideró un signo inespecífico de enfermedad, sin embargo, una puntuación persistentemente baja por sí sola no es un indicador específico de compromiso intraparto, aunque el puntaje se usa ampliamente en los estudios, su uso inapropiado ha llevado a una definición errónea de asfixia.

Por último, se ha planteado que al ser un índice evaluado por múltiples observadores la fiabilidad de la prueba disminuye, lo que lo convierte en un método más subjetivo que objetivo (O'Donnell y otros, 2006).

La prueba de Apgar se ha utilizado para evaluar la asfixia, predecir el daño neurológico e identificar a los recién nacidos que requieren reanimación (Hübner & Juárez, 2002). Sin embargo, debido a las implicancias descritas anteriormente, es que planteamos que el método de diagnóstico no podría ser este por sí solo, esto se ve respaldado en esta revisión narrativa ya que ninguno de los que uso Apgar, lo hizo únicamente con este criterio, sino que, fue acompañado por métodos de diagnóstico complementarios

(Alderliesten y otros, 2015; Ask y otros, 2023; Dekkers y otros, 2020; Ezenwa y otros, 2020; Filippi y otros, 2018; Gerner y otros, 2019; Jerez y otros, 2020; Parmentier y otros, 2020; Pekeles y otros, 2023; Prakash y otros, 2016). Uno de estos métodos que va directa y estrechamente ligado al Apgar es la necesidad de reanimación al nacimiento.

Como se conoce, otro método de diagnóstico utilizado es la muestra sanguínea de gases de cordón. Sin embargo, un estudio, sugieren que a pesar de que es un método útil y cuantificable existen ciertos factores que podrían alterar el resultado de la muestra sanguínea, como lo son: el tiempo, ya que existe cierta controversia sobre el momento de la toma del examen; la temperatura a la que se conserva la muestra, que debe ser adecuada para prevenir la autooxidación, debido a que pasando los 30 a 50 minutos se podría ver alterada; sitio de punción, ya que se han notado cambios en la oxigenación dependiendo del sitio donde se toma la muestra, es por ello que, se recomienda una técnica universal para cada hospital que unifique este criterio y; la heparina, esta es necesaria para evitar la coagulación sanguínea, sin embargo, al ser ácida puede variar el pH de la sangre fetal hasta un 10%. (Dueñas & Beltrán,, 2015).

Una de las consecuencias más importantes de la AN es la EHI, la cual es una causa importante de muerte y discapacidad neurológica. En RN  $\geq$  a 35 semanas de edad gestacional, existen manifestaciones clínicas que permiten sospechar de una EHI, como lo son: la dificultad para mantener o iniciar la respiración al nacimiento, estado de conciencia alterado, hipotonía, reflejos disminuidos y, en casos más graves, convulsiones (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2017). Para la clasificación de la severidad del cuadro de EHI se utilizan generalmente la escala de Sarnat & Sarnat (Sarnat & Sarnat,

1976) y la escala de Thompson (Thompson y otros, 1997) y, aunque ambas son ampliamente utilizadas, algunos estudios previos plantean que la escala de Sarnat & Sarnat presenta la dificultad de que al clasificar la severidad de la EHI, no se especifica con claridad la complejidad y amplitud de la disfunción neurológica consecuente (García, Nueva escala de clasificación para Encefalopatía neonatal, 2024). Por otro lado, la escala de Thompson muestra una correlación importante entre la supervivencia del RN y la escala con números menores a 15 puntos (Mendler y otros, 2018).

La escala de Sarnat se diferencia de la de Thompson ya que no utiliza un puntaje estandarizado, si no de acuerdo a la clínica se estandariza en grados leve, moderado o severo de los cuales la clínica predominante es el nivel conciencia debido a que mientras más alterado se encuentra mayor es la gravedad de Encefalopatía hipoxémico isquémico, mientras que ST se estandariza por puntajes, sin embargo, existe alguna correlación entre ambas escalas ya que se han alineado valores de 0-4 en ST con Sarnat normal, 5-6 con Sarnat leve, 7-13 con Sarnat moderado y Thompson  $\geq$  14 con Sarnat Severo (Narváz & Quiroz, 2023).

Llama la atención que el uso de escala de Sarnat y Sarnat haya sido ampliamente utilizada en los estudios que han sido objeto de esta revisión (10 artículos, 71,4%), muy por sobre el uso de escala de Thompson (4 artículos, 28,6%), a pesar de que la escala de Sarnat y Sarnat requiere una herramienta extra a la observación clínica, como lo es el uso de EEG (electroencefalograma) para la aplicación del puntaje completo. Esto, puede explicarse debido a que, al considerar un enfoque más integral de la condición neurológica, es posible pesquisar carga epiléptica que cuando se utilizan criterios

meramente clínicos, no es posible observar, debido a que gran parte de las convulsiones neonatales son subclínicas y hasta un 23% podrían presentar estados convulsivos electrográficos durante los primeros días (García y otros, 2024).

Los factores de riesgo para la AN se comparten con los de la AP, debido a que la primera está contenida en la segunda. Las investigaciones recientes sugieren que los factores de riesgo asociados son: Sociodemográficos, los cuales comprenden el poco o nulo acceso a educación, pobreza, la raza y la residencia; Maternos, que incluyen infecciones, los síndromes hipertensivos del embarazo, la hipertensión crónica, anemia, hipotiroidismo, colagenopatías, intoxicación por drogas; Obstétricos, como el líquido amniótico meconial, uso de oxitocina, presentación fetal distócica, trabajo de parto prolongado, cesárea o parto instrumentalizado, embarazo múltiple, escaso o mal control obstétrico, oligo o polihidramnios, hemorragia en el tercer trimestre, hipertoniá uterina, parto en casa; Útero-placentarios: DPPNI, malformaciones del cordón, procedencia o prolapso de cordón, alteraciones de la contractilidad uterina, anormalidades placentarias, desproporción céfalo-pélvica y; Fetales, como alteraciones en la frecuencia basal cardiaca, sufrimiento fetal, disminución de movimientos fetales, prematuridad, bajo peso al nacer, malformaciones congénitas, eritroblastosis fetal, entre otros (Ureña y otros, 2023). Teniendo esto en consideración, al comparar con los resultados de esta revisión, podemos notar que no hay gran información de los estudios sobre los factores de riesgo presentes en ellos, tal vez debido a que el enfoque de los estudios es el uso de terapias para la AN o EHI, por otro lado, y aunque pudiera parecer una limitante para nuestra revisión, es importante señalar que los objetivos de ésta son dirigidos hacia las

consecuencias y tratamientos. Los factores de riesgo podrían tener una importancia mayor en cuanto a objetivos que tuvieran que ver con la prevención de la AN.

Los principales signos de asfixia que se destacan en la Asfixia neonatal son: Apgar bajo y llanto tardío al momento de nacer, pH <7 en cordón, necesidad de reanimación, intubación endotraqueal, ventilación con mascarilla, incapacidad de respiración espontánea y mantenida al nacer, desprendimiento prematuro de placenta normoinserta (DPPNI) y prolapso de cordón. Por otro lado tenemos los signos de asfixia por EHI, éstos podemos identificarlos de distintas formas ya sea por Ecografías craneales, resonancias magnéticas, convulsiones, escala de Thompson, clasificación Sarnat, estado de conciencia alterado (irritabilidad, letargo, etc.), hipotonía o reflejos anormales de los cuales se puede incluir las anormalidades oculomotoras o pupilares, movimientos fetales disminuidos antes de iniciar el parto que no se asocian a eventos centinelas (DPPNI, distocia de hombros o procedencia de cordón), depresión neurológica hasta evaluando si el impulso respiratorio esta reprimido. Todos estos signos clínicos son de suma importancia para así, de esta forma confirmar el diagnóstico de asfixia neonatal (Hospital San José, 2016) .

La fisiopatología de la muerte neuronal por asfixia ocurre subsecuentemente al desborde de los mecanismos compensatorios, cuando el flujo sanguíneo es incapaz de satisfacer la demanda de oxígeno. Comienza entonces un proceso bioquímico, que se produce durante la glucólisis anaeróbica, acumulando ácido láctico y las bombas iónicas de la membrana celular comienzan a fallar, permitiendo el ingreso de sodio y agua provocando así una hinchazón de la célula, dando paso a una lisis

celular (pérdida de la integridad de la membrana). Asimismo, el calcio ingresa también a la célula, fomentando un ciclo excitotóxico. Este fenómeno culmina con la muerte celular, ya sea por necrosis o apoptosis (Moral y otros, 2019). En este sentido, es evidente que el daño afectará profunda y directamente al cerebro del RN, tal como lo han manifestado todos los estudios que hemos revisado, ya sea que se manifiesten en retrasos motores, del lenguaje, cognitivos, convulsiones, etc. Luego del restablecimiento del flujo sanguíneo y oxigenación, gracias a la reanimación, ocurre de todas maneras una falla energética secundaria, debido a una disminución progresiva de los fosfatos en 24 a 48 horas posteriores. Esto puede provocar una lesión por reperfusión, que genera radicales libres y especies reactivas de oxígeno, causando apoptosis (muerte celular programada) (Rainaldi & Perlman, 2016).

Las consecuencias de la AN son principalmente neurológicas, siendo la causa más importante de parálisis cerebral y, en consecuencia, de múltiples discapacidades motoras, del lenguaje, cognitivas, etc. Además, los RN con alteraciones graves neurológicas y cuya evolución es más bien estática, presentan también alteraciones graves de su neurodesarrollo a los 18 meses (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2017). Esto va en concordancia con los resultados que hemos presentado en la revisión, donde principalmente encontramos discapacidad motora, En uno de los estudios que mostró retraso motor, se decidió realizar seguimiento hasta los 18 meses de vida, ya que permitía mayor probabilidad de que se cumpliera ese seguimiento (Alderliesten y otros, 2015). Por otro lado, otro estudio que reportó retraso motor consideró un seguimiento hasta los 5 años de sus participantes, para evaluar motricidad, lenguaje, cognición,

comunicación y comportamiento, aunque del total de 18 niños a los que se les hizo seguimiento, 12 presentaron desarrollo normal o un ligero retraso en estos aspectos al culminar la observación, luego de haber presentado puntuaciones normales en escalas motoras a los 3 meses de edad. El total de los niños estudiados fue tratado con hipotermia terapéutica (Dekkers y otros, 2020). Otro estudio revisado, mostró lesiones en el esplenio del cuerpo caloso y, en consecuencia, en el desarrollo motor y cognitivo. Asimismo, se muestra una mejora en la función motora fina entre los 20 a 32 meses, con cambios microestructurales de esta zona, lo que propone que existe plasticidad en este espacio del cerebro (Gerner y otros, 2019). Todos los estudios mostraron resultados complejos y adversos en el desarrollo neurológico de los RN, lo cual tiene plena concordancia con estudios previos conocidos que, entre otros aspectos, nos dicen que: se produce un daño mitocondrial en presencia de AN, el cual conduce también a una muerte celular en el cerebro, lo que trae como consecuencias a corto y largo plazo, principalmente déficit motores espásticos, retraso intelectual, convulsiones y problemas de aprendizaje (Samaiya y otros, 2021).

La hipotermia terapéutica (HT) ha demostrado ser una intervención terapéutica eficaz y segura para reducir la mortalidad y la discapacidad mayor (Tagin y otros, 2012). La hipotermia terapéutica se inicia en RN antes de que hayan pasado 6 horas desde el nacimiento. La idea es reducir activamente su temperatura corporal hasta que alcance un rango de 33°C a 34°C y se debe mantener durante 48 a 72 horas, para posteriormente elevarla hasta alcanzar entre 36,5°C y 37°C (Chawla, 2024). En todos los estudios analizados en esta revisión que usaron hipotermia terapéutica y que especificaron o indicaron el procedimiento, se usó el procedimiento estándar, y en algunos hubo una

diferencia de  $+0,5^{\circ}\text{C}$  en la temperatura alcanzada al revertir la HT (Filippi y otros, 2018), (Jerez y otros, 2020), (Pekeles y otros, 2023), (Procianoy y otros, 2020), (Thi Thanh Tran y otros, 2024) por considerar normal dichos rangos para un RN. El método de enfriamiento utilizado puede ser el uso de mantas de enfriamiento hasta alcanzar la temperatura y luego, mantenerla con el servocontrol de esta misma (Procianoy y otros, 2020). Para la inclusión de los RN en el tratamiento de HT, se consideraron factores como EG  $>35$  semanas, evidencia clínica de EHI y que hubieran pasado menos de 6 horas desde el nacimiento (Gerner y otros, 2019). Otros autores plantean que, además de los criterios clínicos de AN y/o EHI, deberían incluirse a RN con EG  $\geq$  a 36 semanas (Cornette, 2012), lo que discrepa de algunos de los artículos revisados, pero que no presenta una explicación clara sobre esta diferencia. El fundamento científico para el uso de HT como tratamiento primario para AN y EHI es que, a pesar de ser inespecífica en su mecanismo de acción, podemos distinguir al menos 3 mecanismos: En primer lugar, reduce gradualmente el metabolismo cerebral y así, la despolarización celular, anula la liberación de radicales libres y la peroxidación lipídica; suprime procesos apoptóticos en el cerebro en desarrollo, por la inhibición de enzimas caspasas y; se inhibe la liberación de citoquinas e interleucinas con las bajas temperaturas (Cornette, 2012).

Existe un tiempo conocido para la aplicación de los tratamientos, y, en la revisión se evidenció que el uso de terapias se acota a su inicio dentro de las 6 primeras horas posteriores al nacimiento. Cuando finaliza la reperfusión, los eventos que han sido producto de la hipoxia, como lo son el edema citotóxico y la acumulación de aminoácidos tardan aproximadamente 30 a 60 minutos en resolverse, recuperando preliminarmente el metabolismo cerebral. Aparentemente la cascada de neurotoxinas se detiene o se

ralentiza durante la fase latente, en conjunto con el metabolismo oxidativo y al aumentar el oxígeno en los tejidos. Se piensa que durante ese periodo existe una “ventana terapéutica”. Gracias al uso de la resonancia magnética, se ha demostrado que hay una relación inversa entre la duración de la fase latente y la gravedad de la lesión (Hassell y otros, 2015).

En esta revisión existen otros tratamientos utilizados. La melatonina, en conjunto con HT, como un neuroprotector, fue utilizada durante 3 días, administrada vía intravenosa y mostró mejora en el desarrollo cognitivo de los pacientes a los 18 meses de edad, aunque es un resultado que requiere de mayores estudios, ya que este es el primer ensayo clínico aleatorizado sobre el uso de este fármaco (Jerez y otros, 2020) aunque hay estudios que respaldan su uso como neuroprotector, que dicen que tiene capacidad de eliminar radicales libres en gran variedad, protegiendo así del estrés oxidativo, siendo un efecto antioxidante (Alonso y otros, 2013). El uso de Eritropoyetina se incluyó en uno de los estudios, pero que presenta la dificultad de que no ha tenido resultados aún, ya que no ha terminado su etapa de estudios. Este tratamiento fue utilizado para conocer su impacto en el manejo de la EHI en un entorno de escasos recursos, donde la HT puede no estar disponible o ser de difícil aplicación (Ezenwa y otros, 2020), pero el uso de Eritropoyetina tiene una justificación como terapia neuroprotectora, debido a sus mecanismos antiapoptóticos e inhibidores de apoptosis, prevención de la toxicidad de glutamato, efectos antioxidantes, disminución de daño mediado por óxido nítrico, estimulación de angiogénesis, efecto antiinflamatorio y mantención de la membrana mitocondrial (Valdivia & Martínez, 2008). El sulfato de magnesio es un conocido neuroprotector, actuando sobre varias vías del sistema nervioso evitando la excitotoxicidad y la activación de vías de

apoptosis, disminuyendo el riesgo de parálisis cerebral grave (Fernández y otros, 2023). Otro fármaco utilizado fue el Topiramato, en conjunto con la HT, este medicamento es un anticonvulsivante o antiepiléptico, que actúa modulando los voltajes dependientes de sodio, regulando la despolarización, además de bloquear algunos subtipos de receptores de glutamato (Cuevas & Machado, 2023), en el estudio que utilizó este fármaco, no se reportaron efectos adversos y se observó una disminución de la prevalencia de epilepsia a los 18-24 meses, lo que en otros estudios que utilizaron solamente HT, no ocurrió (Filippi y otros, 2018). El uso de Eritropoyetina se fundamentó en la necesidad de encontrar alternativas menos costosas que la HT para países de menores recursos. Se estima que la EHI afecta entre uno a ocho RN de cada mil y la mayor incidencia se encuentra en los países no desarrollados o en vías de desarrollo. Esto está ligado fuertemente a las dificultades para la correcta atención prenatal y del parto que existen, debido a los limitados recursos disponibles (Medina y otros, 2022). Por otra parte, el uso de HT se ve limitado en países en vías de desarrollo debido a la falta de instalaciones adecuadas para su aplicación. En esta revisión existen dos países que presentaron investigaciones ligadas al uso de alternativas terapéuticas. En primer lugar, el uso de Ventilación con Bolsa-Mascarilla en Tanzania (Ask y otros, 2023), que es un estudio comparativo entre RN con necesidad de Ventilación y RN sanos (control), pero no incluye una comparación entre tratamientos con HT y la Ventilación. Estas comparaciones se extienden hasta los 6 meses de vida, en los resultados neurológicos y cuyos resultados no fueron significativos estadísticamente ( $p$ -valor  $\geq 0,05$ ), que son: Motricidad fina y gruesa, lenguaje, social y la escala de herramienta de evaluación del desarrollo de Malawi. En segundo lugar, el uso de Eritropoyetina Intravenosa en Nigeria (Ezenwa y otros, 2020) no muestra resultados aún, dado que esencialmente propone un protocolo de ensayo sobre

el uso de Eritropoyetina, que no ha culminado, por lo que no ha entregado resultados. Sin embargo, apoya su hipótesis de que puede ser un tratamiento alternativo bien calificado en revisiones de otros autores que dicen que éste mejora el desarrollo neurológico y es seguro para su uso en RN con EHI (Garg y otros, 2018), además de considerar los efectos ya conocidos del fármaco, que es antiexcitotóxico, antioxidante y antiapoptóticos, actuando sobre las neuronas y oligodendrocitos (Ezenwa y otros, 2020). Ambos estudios buscan ratificar el uso de terapias alternativas, en lo posible, para que los países con menos recursos tengan tratamientos efectivos y seguros que permitan evitar de la mejor manera posible las secuelas más frecuentes de la EHI.

Por último, estudios demuestran múltiples efectos adversos arraigados al uso de HT, tales lesiones en la piel, hemorragias, lesiones dermatológicas, trombocitopenia, prolongación de tiempos de coagulación e hipotermia excesiva (Barrientosa y otros, 2022). Y otro estudio menciona que “fueron destacados temblores, bradicardia, hipotensión y complicaciones como quemaduras de piel” (Corrêa y otros, 2018, pág. 55). Es de suma importancia mencionar que ninguno de estos fue indicado durante la revisión de artículos que proponía este tratamiento. Lo que nos da a entender, que faltan estudios que destaquen los efectos adversos de los tratamientos ya que no sólo se necesita saber cuáles son los efectos beneficiosos de los tratamientos, sino que también cuáles son menos favorables para la salud de la población de estudio y, a su vez, aumentar la capacitación del personal.

## **LIMITACIONES**

Las limitaciones de esta revisión derivan. En primer lugar, de los sesgos que se generan en la búsqueda y revisión incompleta de la literatura, a causa de, una data muy limitada 2015-2024, revisiones exclusivamente en inglés y el retiro de publicaciones duplicadas, estudios realizados en animales y con presencia de marcadores biomoleculares. En segundo lugar, la variabilidad de la información como el tener definiciones confusas de asfixia al manejar diferentes descriptores en cada revisión, tanto de la patología misma como de sus métodos diagnósticos, ya que ninguna definición es considerada completa generando un desafío a la hora de correlacionarlos, la falta de información sobre las causas de mortalidad de los pacientes de estudio o los parámetros de atención y por último la dificultad para encontrar factores de riesgo al no ser ese el enfoque principal de los diferentes estudios generando sesgo de heterogeneidad y medición. En tercer lugar, el tener resultados significativos pero variables en la investigación. Por lo tanto, es importante la estandarización de conceptos, definiciones y parámetros para una mejor interpretación de todos los resultados.

## **FUTURAS IMPLICACIONES**

El conocer las consecuencias en el neurodesarrollo del RN a causa de la asfixia neonatal, saber identificarla y mejorar su pronóstico a causa de tratamientos efectivos, contribuye a la disminución de la morbilidad y mortalidad del RN, además de concientizar y actualizar al personal de salud para lograr un manejo más oportuno con menor rango de error.

## **CONCLUSIÓN**

La presente revisión narrativa, se enfoca en la asfixia neonatal, sus consecuencias en el neurodesarrollo del RN y sus tratamientos. Este es un concepto difícil de definir, sin embargo, se entiende como un proceso de hipoxia severa posterior al nacimiento a partir de una etiología multifactorial escasamente definida en la revisión. No obstante, se puede afirmar, que uno de los principales órganos afectados es el cerebro, por ello, el

diagnostico neonatal más frecuente es la EHI, la cual se puede manifestar como una discapacidad cognitiva, motora, cerebral y/o conductual, también, retraso en el neurodesarrollo, dificultad en el lenguaje, entre otras dependiendo de su gravedad.

Por otro lado, se encontró que los métodos de diagnóstico más usados fueron el pH de cordón (pH arterial umbilical  $\leq 7,00$  y/o un déficit de base de 12 mmol/L) y la puntuación de Apgar (0 a 3 durante más de 5 minutos). Además de signos clínicos como la disminución de la frecuencia cardiaca y la incapacidad de respiración espontánea posterior al nacimiento.

Respecto a los tratamientos para la asfixia neonatal, el uso de hipotermia terapéutica es la elección debido a que no se ha demostrado que otros tratamientos farmacológicos superen los beneficios y resultados considerando que reduce los riesgos de las consecuencias neurológicas en el RN, otorgando un mejor pronóstico a largo plazo. Sin embargo, es necesario seguir evaluando e investigando acerca de tratamientos alternativos de menor costo para países de escasos recursos o en vías de desarrollo.

## REFERENCIAS

- Abogado Negligencias Médicas - Rafael Martín Bueno. (21 de 10 de 2024).  
<https://www.rafaelmartinbueno.es/>. <https://www.rafaelmartinbueno.es/negligencias-medicas-preguntas-y-respuestas-acerca-de-la-hipoxia-neonatal/#:~:text=%C2%BFCu%C3%A1l%20es%20la%20diferencia%20entre,el%20primer%20mes%20de%20vida>
- Alderliesten, T., de Vries, L. S., Khalil, Y., van Haastert, I. C., Benders, M. J., Koopman-Esseboom, C., & Groenendaal, F. (2015). Therapeutic hypothermia modifies perinatal asphyxia-induced changes of the corpus callosum and outcome in neonates. *PLoS one*, *10*(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123230>
- Alonso, D., Álvarez, A., Arteaga, O., Martínez, A., & Hilario, E. (2013). Neuroprotective Effect of Melatonin: A Novel Therapy against Perinatal Hypoxia-Ischemia. *International Journal of Molecular Sciences*, *14*, 9379-9395.  
<https://doi.org/10.3390/ijms14059379>
- Arcangela Lattari Balest. (21 de 10 de 2024). *Manual MSD*.  
<https://www.msmanuals.com/es/professional/pediatr%C3%ADa/problemas-perinatales/reanimaci%C3%B3n-neonatal?ruleredirectid=751>
- Ask, I., Moshiri, R., Ersdal, H., Yeconia, A., Mduma, R., Perlman, J., & Linde, J. (2023). Neurodevelopmental Outcome at 6 Months Following Neonatal Resuscitation in Rural Tanzania. *Children*, *10*(6), 957-969. <https://doi.org/10.3390/children10060957>
- Barrientosa, J., Gómezb, M., Pérez, A., Paradad, J., Zapatae, L., & Villamilf, L. (2022). Eventos adversos de la hipotermia terapéutica en neonatos con encefalopatía hipóxico - isquémica en una unidad de cuidado intensivo neonatal. *Revista Pediatría*, *53*(3), 111-119. <https://doi.org/10.14295/rp.v55i3.234>
- Bhutta, B., Alghoula, F., & Berim, I. (2022). *PubMed*.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29493941/>
- Burón, E., & Aguayo, J. (2006). Reanimación del recién nacido. *An. Pediatr*, *65*(5), 470-477.  
[https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(06\)70229-6](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(06)70229-6)
- Cevas, J., Somovilla, M., Rodríguez, C., & García, J. (2005). Topiramato: una alternativa para los pacientes con dolor neuropático de baja respuesta a los opioides y otros anticonvulsivantes. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, *12*(2), 93-97.
- Chamorro, E., Posso, D., Agama, F., & Espinoza, R. (2021). Valoración de no inferioridad del Score de "reanimación y adaptación neonatal" frente al puntaje Apgar. *Revista Ecuatoriana de Pediatría*, *22*(3), 1-9. <https://doi.org/10.52011/109>
- Chawla, D. (2024). Therapeutic hypothermia for neonatal encephalopathy in developing countries: Current evidence. *Clinical Epidemiology and Global Health*, *26*.  
<https://doi.org/10.1016/j.cegh.2024.101507>
- Chile Crece Contigo. (Agosto de 2024). [crececontigo.gob.cl](https://www.crececontigo.gob.cl).  
<https://www.crececontigo.gob.cl/tema/primeros-hitos-del-desarrollo/>

- Cielos, J., Cantero, N., B., D., G., C., R., S., R., O., . . . R., C. (2023). Características clínicas de la depresión neonatal en un hospital de tercer nivel del Paraguay. Un estudio retrospectivo del 2021 y 2022. *Discover Medicine*, 7(1), 13-22. <https://doi.org/10.2300/dm.v7i1.3625>
- Cornette, L. (2012). Therapeutic hypothermia in neonatal asphyxia. *Facts, views & vision in ObGyn*, 4(2), 133-139.
- Corrêa, L., Silveira, R., Mancia, J., Correa, N., Reinhardt, I., Lunardi, V., & Ciconet, R. (2018). HIPOTERMIA TERAPÉUTICA: EFECTOS ADVERSOS, COMPLICACIONES Y CUIDADOS DE ENFERMERÍA. *Enferm Foco*, 9(4), 55-59. <https://doi.org/10.21675/2357-707X.2018.v9.n4.2136>
- Cuevas, J., & Machado, I. (2023). Neurodesarrollo en los dos primeros años, ¿todo bien? *Asociación Española de Pediatría de Atención Primaria*, 3(1), 195-205.
- Debenham, M., Smuin, J., Grantham, T., Ainslie, P., & Dalton, B. (2021). Hypoxia and standing balance. *European Journal of Applied Physiology*, 121(4), 993-1008. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04581-5>
- Dekkers, L. J., Steiner, K., Schaijk, N. M., Akkermans, R., de Swart, B., & Nijhuis-van der Sanden, M. (2020). Individual longitudinal neurodevelopmental trajectories of children treated with hypothermia for perinatal asphyxia from 3 months to 5 years of age. *Research in developmental disabilities*, 102(1). <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103659>
- Dueñas, F., & B. J. (2015). *Manual de obstetricia y procedimientos medicoquirúrgicos*. McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S. A.
- Edwards, S., Wheatley, C., Sutherland, M., & Class, Q. (2023). Associations between provider-assigned Apgar score and neonatal race. *American journal of obstetrics and gynecology*, 228(2), 229.e1-229.e9. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2022.07.055>
- Ezenwa, B., Ezeaka, C., Fajolu, I., Ogbenna, A., Olowoyeye, O., Nwaiwu, O., . . . & Olorunfemi, G. (2020). Impact of Erythropoietin in the management of Hypoxic Ischaemic Encephalopathy in resource-constrained settings: protocol for a randomized control trial. *BMC neurology*, 20(1), 171-178. <https://doi.org/10.1186/s12883-020-01751-y>
- Fernández, B., Villar, S., Carrascosa, P., Zeballos, S., & Sánchez, M. (2023). Efecto neuroprotector del sulfato de magnesio en prematuros. Análisis tras instaurar su protocolo de administración antenatal en un hospital terciario. *Anales de pediatría*, 99, 224-231. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2023.07.007>
- Filippi, L., Fiorini, P., Catarzi, S., Berti, E., Padriani, L., Landucci, E., . . . Guzzetta, A. (2018). Safety and efficacy of topiramate in neonates with hypoxic ischemic encephalopathy treated with hypothermia (NeoNATI): a feasibility study. *The journal of maternal-fetal & neonatal medicine : the official journal of the European Association of Perinatal Medicine, the Federation of Asia and Oceania Perinatal Societies, the International Society of Perinatal Obstetricians*, 31(8), 973-980. <https://doi.org/10.1080/14767058.2017.1304536>
- Foster, J., & López, I. (2022). Human neurodevelopment: A continuous change process of an open and context-sensitive system. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 33(4), 338-346. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2022.06.001>

- García, A. (Septiembre de 2024). *Nueva escala de clasificación para Encefalopatía neonatal*. neopuertomontt:  
[http://www.neopuertomontt.com/subespecialidadesneonatales/neurologia/Escala\\_Neurologica\\_GarciaAlix\\_JournalPediatrics\\_2021/Escala.html](http://www.neopuertomontt.com/subespecialidadesneonatales/neurologia/Escala_Neurologica_GarciaAlix_JournalPediatrics_2021/Escala.html)
- García, A., Arnaez, J., Arca, G., & Martínez, M. (2024). Código encefalopatía hipóxico-isquémica: revisión sistematizada para entornos con recursos limitados. *Anales de pediatría*, *100*(4), 275-286. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2024.02.015>
- Garg, B., Sharma, D., & Bansal, A. (2018). Systematic review seeking erythropoietin role for neuroprotection in neonates with hypoxic ischemic encephalopathy: presently where do we stand. *The journal of maternal-fetal & neonatal medicine : the official journal of the European Association of Perinatal Medicine, the Federation of Asia and Oceania Perinatal Societies, the International Society of Perinatal Obstetricians*, *31*(23), 3214-3224. <https://doi.org/10.1080/14767058.2017.1366982>
- Gerner, G., Newman, E., Burton, V., Roman, B., Cristofalo, E., Leppert, M., . . . Poretti, A. (2019). Correlation Between White Matter Injury Identified by Neonatal Diffusion Tensor Imaging and Neurodevelopmental Outcomes Following Term Neonatal Asphyxia and Therapeutic Hypothermia: An Exploratory Pilot Study. *Journal of Child Neurology*, *30*(10), 556-566. <https://doi.org/10.1177/0883073819841717>
- González, H., Toso, P., Kattan, J., Mesa, T., & Pérez, E. (2005). Tratamiento de la asfisia perinatal con hipotermia corporal total (Caso clínico). *Revista chilena de pediatría*, *76*(3), 275-280. <https://doi.org/10.4067/S0370-41062005000300006>
- Hassell, K., Ezzati, M., Alonso-Alconada, D., Hausenloy, D., & Robertson, N. (2015). New horizons for newborn brain protection: enhancing endogenous neuroprotection. *Archives of disease in childhood. Fetal and neonatal edition*, *100*(6), 541-552. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2014-306284>
- Hospital San José. (2016). *Guía Prácticas Clínica de la Unidad de Neonatología*.
- Hübner, M., & Juárez, M. (2002). Test de Apgar. Después de medio siglo. Sigue vigente? [The Apgar Score. Is it still valid after a half century? *Revista medica de Chile*, *130*(8), 925-930.
- Instituto Mexicano del Seguro Social. (2017). *Diagnóstico, tratamiento y pronóstico de la Encefalopatía Hipóxico Isquémica*. Coordinación Técnica de Excelencia Clínica.
- Iqbal, N., Younus, J., Malik, M., Fatima, B., Imran, A., Maqbool, S., . . . Haque, K. (2021). The Neuroprotective Efficacy of Postnatal Magnesium Sulfate in Term or Near-Term Infants With Moderate-to-Severe Birth Asphyxia. *Cureus*, *13*(8). <https://doi.org/10.7759/cureus.16826>
- Iribarren, I., Hilario, E., Álvarez, A., & Alonso-Alconada, D. (2022). Neonatal multiple organ failure after perinatal asphyxia. *Anales de pediatría*, *97*(4), 280.e1-280.e8. <https://doi.org/10.1016/j.anpede.2022.08.010>
- Jerez, A., Salvatierra, M., Benitez, Á., Fernández, C., Narbona, E., Uberos, J., & Muñoz, A. (2020). Hypothermia Plus Melatonin in Asphyctic Newborns: A Randomized-Controlled Pilot Study. *Pediatric Critical Care Medicine*, *21*(7), 647-655. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000002346>

- Lundby, C., Calbet, J., & Robach, P. (2009). The response of human skeletal muscle tissue to hypoxia. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 66, 3615-3623.  
<https://doi.org/10.1007/s00018-009-0146-8>
- Mas Salguero, M. (2019). Detección de trastornos del neurodesarrollo en la consulta de Atención Primaria. *Aepap*, 3(0), 143-147.
- Medina, A., Alvarado, R., & Velásquez, P. (2022). Hipotermia terapéutica para tratamiento de encefalopatía hipóxico-isquémica del recién nacido asfixiado: Características clínicas, radiológicas y electrográficas de los neonatos atendidos en el Instituto Nacional Materno Perinatal. *Acta Med Peru*, 39(4), 369-375.  
<https://doi.org/10.35663/amp.2022.394.2441>
- Mendler, M., Mendler, I., Hassan, M., Mayer, B., Bode, H., & Hummler, H. (2018). Predictive Value of Thompson-Score for Long-Term Neurological and Cognitive Outcome in Term Newborns with Perinatal Asphyxia and Hypoxic-Ischemic Encephalopathy Undergoing Controlled Hypothermia Treatment. *Neonatology*, 114(4), 341-347.  
<https://doi.org/10.1159/000490721>
- Michel, A. (2022). Review of the Reliability and Validity of the Apgar Score. *Advances in neonatal care : official journal of the National Association of Neonatal Nurses*, 22(1), 28-34. <https://doi.org/10.1097/ANC.0000000000000859>
- Ministerio de Salud Pública, República Dominicana. (2018). *Protocolo de Atención al Recién Nacido con Asfixia Perinatal y Encefalopatía Hipóxico-Isquémica*. Ministerio de Salud Pública.
- Ministerio de sanidad, servicios sociales e igualdad. (2015). *Guía de práctica clínica sobre Encefalopatía Hipóxico-Isquémica Perinatal en el recién nacido*. Ministerio de sanidad, servicios sociales e igualdad.
- Moral, Y., Robertson, N., Goñi-de-Cerio, F., & Alonso-Alconada, D. (2019). Hipoxia-isquemia neonatal: bases celulares y moleculares del daño cerebral y modulación terapéutica de la neurogénesis. *Rev Neurol*, 68(1), 23-26.  
<https://doi.org/10.33588/rn.6801.2018255>
- Narváez, L., & Quiroz, L. (2023). Uso de la escala Sarnat para la clasificación de la encefalopatía hipóxico isquémica. *Acata médica Perú*, 40(2), 169-170.  
<https://doi.org/10.35663/amp.2023.402.2601>
- Novoa, J., Santos, M., R., L., A., I., Sakovets, I., Yamamoto, M., & Paiva, E. (2017). ¿Es posible disminuir la Incidencia de Encefalopatía Hipóxico Isquémica? *Revista chilena de Obstetricia y Ginecología*, 82(1), 51-57. <https://doi.org/10.4067/S0717-75262017000100007>
- O'Donnell, C., Kamlin, C., Davis, P., Carlin, J., & Morley, C. (2006). Interobserver variability of the 5-minute Apgar score. *The Journal of pediatrics*, 149(4), 486-489.  
<https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2006.05.040>
- Page, M., McKenzie, J., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., . . . Mayo-Wilson, E. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ (Clinical research ed.)*, 372(71).  
<https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Paneth, N., & Stark, R. (1983). Cerebral palsy and mental retardation in relation to indicators of perinatal asphyxia. An epidemiologic overview. *American journal of*

- obstetrics and gynecology*, 147(8), 960-966. [https://doi.org/10.1016/0002-9378\(83\)90254-5](https://doi.org/10.1016/0002-9378(83)90254-5)
- Parmentier, C., de Vries, L., Toet, M., van Haastert, I., Koopman, C., Weeke, L., & Groenendaal, F. (2020). Increased Use of Therapeutic Hypothermia in Infants with Milder Neonatal Encephalopathy due to Presumed Perinatal Asphyxia. *Neonatology*, 117(14), 488-494. <https://doi.org/10.1159/000508710>
- Pekeles, H., Al Amrani, F., Perez-Morgui, M., & Wintermark, P. S. (2023). Characteristics of Children With Cerebral Palsy in the Post-Therapeutic Hypothermia Era. *Journal of child neurology*, 38(3-4), 130-136. <https://doi.org/10.1177/08830738231159162>
- Piñeros, J., Troncoso, G., Serrano, C., & Espinosa, E. (2021). *Diagnóstico, manejo, monitoreo y seguimiento del recién nacido con asfixia perinatal, encefalopatía hipóxico isquémica (EHI), e hipotermia terapéutica (HT)*. Asociación Colombiana de Neonatología.
- Prakash, R., Savitha, M., & B., K. (2016). Neurodevelopmental outcome at 12 months of postnatal magnesium sulphate therapy for perinatal asphyxia. *Nepal Paediatr Soc*, 36(3), 256-262. <https://doi.org/10.3126/jnps.v36i3.15565>
- Procianoy, R. S., Corso, A. L., Schoenardie, B. O., de Oliveira, G. P., Longo, M. G., & Silveira, R. C. (2020). Outcome and Feasibility after 7 Years of Therapeutic Hypothermia in Southern Brazil. *American journal of perinatology*, 37(9), 955-961. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1692388>
- Rainaldi, M., & Perlman, J. (2016). Pathophysiology of Birth Asphyxia. *Clinics in Perinatology*, 43(3), 409-422. <https://doi.org/10.1016/j.clp.2016.04.002>
- Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la Lengua Española*.
- Reiter & Walsh. (21 de 10 de 2024). *abclawcenters*. <https://www.abclawcenters.com/espanol/efectos-nacimiento-encefalopatia/>
- Riesgo, L., Salamanca, A., Monterrey, P., Bermúdez, P., Vélez, J., & Suárez, G. (2017). Hipoxia perinatal en el Hospital Mederi de Bogotá: comportamiento en los años 2007-2011. *Salud Pública*, 19(3), 332-339. <https://doi.org/DOI:10.15446/rsap.v19n3.65204>
- Romero, F., Herles, E., Lino, A., Rojas, F., Flores, M., Flore, V., & Gutierrez, E. (2016). Factores asociados a asfixia perinatal en un hospital de Callao, Perú. *Perinatología y Reproducción Humana*, 30(2), 51-56. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.rprh.2016.06.009>
- Samaiya, P., Krishnamurthy, S., & Kumar, A. (2021). Mitochondrial dysfunction in perinatal asphyxia: role in pathogenesis and potential therapeutic interventions. *Molecular and cellular biochemistry*, 476(12), 4421-4434. <https://doi.org/10.1007/s11010-021-04253-8>
- Sánchez-Ventura, J. G. (14 de 01 de 2018). *PrevInfad/PAPPS*. PrevInfad/PAPPS: <https://previnfad.aepap.org/monografia/trastornos-desarrollo#introduccion>
- Sarnat, H., & Sarnat, M. (1976). Neonatal encephalopathy following fetal distress. A clinical and electroencephalographic study. *Archives of neurology*, 33(10), 696-705. <https://doi.org/10.1001/archneur.1976.00500100030012>
- Simon, L., Shah, M., & Bragg, B. (21 de 10 de 2024). *Apgar score*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470569/>

- Tagin, M., Woolcott, C., Vincer, M., Whyte, R., & Stinson, D. (2012). Hypothermia for neonatal hypoxic ischemic encephalopathy: an updated systematic review and meta-analysis. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 166(6), 558-566. <https://doi.org/10.1001/archpediatrics.2011.1772>
- Tapia, J., & González, A. (2018). *Neonatología* (4ta ed.). Mediterráneo.
- Thi Thanh Tran, H., Thi Le, H., Minh Tran, D., Nguyen, T., & Hellström-Westas, I. (2024). Therapeutic hypothermia after perinatal asphyxia in Vietnam: medium-term outcomes at 18 months - a prospective cohort study. *BMJ paediatrics open*, 8(1). <https://doi.org/10.1136/bmjpo-2023-002208>
- Thompson, C., Puterman, A., Linley, L., Hann, F., van der Elst, C., Molteno, C., & Malan, A. (1997). The value of a scoring system for hypoxic ischaemic encephalopathy in predicting neurodevelopmental outcome. *Acta paediatrica*, 86(7), 757-761. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.1997.tb08581.x>
- Thoresen, M., & Whitelaw, A. (2005). Therapeutic hypothermia for hypoxic-ischaemic encephalopathy in the newborn infant. *Current opinion in neurology*, 18(2), 111-116. <https://doi.org/10.1097/01.wco.0000162850.44897.c6>
- Universidad de Chile. (21 de 10 de 2024). *Síntesis de Conocimientos*. <https://sintesis.med.uchile.cl/tratados-por-especialidad/tratados-de-ginecologia-y-obstetricia/13708-asfixia-perinatal-y-reanimacion>
- Ureña, A., Marín, J., & Sánchez, P. (2023). Síntesis de la nueva evidencia sobre factores de riesgo, patogénesis y manejo de la asfixia perinatal. *Revista médica sinergia*, 8(7), e1003. <https://doi.org/10.31434/rms.v8i7.1003>
- Valdivia, J. A., & Martínez, G. (2008). Fundamentos del uso clínico de la eritropoyetina como neuroprotector. *Revista Cubana de Farmacia*, 42(2).
- Weeke, L., Vilan, A., Toet, M., & Van Haastert, I. (2017). A Comparison of the Thompson Encephalopathy Score and Amplitude-Integrated Electroencephalography in Infants with Perinatal Asphyxia and Therapeutic Hypothermia. *Neonatology*, 112(1), 24-29. <https://doi.org/10.1159/000455819>

## ANEXOS:

**Tabla N°1**

Principales resultados de la revisión narrativa de los métodos diagnóstico, factores de riesgo, signos, consecuencias y tratamientos de la Asfixia Neonatal.

REFERENCIAS	DISEÑO DEL ESTUDIO	POBLACIÓN	METODO DE DIAGNOSTICO	FACTORES DE RIESGO	SIGNOS DE ASFIXIA o EHI	CONSECUENCIAS EN EL NEURODESARROLLO	OTRAS CONSECUENCIAS	TRATAMIENTO
<b>(Alderliesten y otros, 2015)</b>	Estudio retrospectivo observacional	(n = 121) RN de término y pretérmino con asfixia perinatal. N° de muertes = 32 RN.	APGAR pH de sangre de cordón umbilical Resonancia magnética Clasificación SARNAT	NE	AN: acidosis en LA o durante el parto; signos clínicos como APGAR bajo. EHI: Ecografías craneales y Resonancias magnéticas con cambios en el cuerpo caloso.	Lesión cerebral Parálisis cerebral Retraso motor	Muerte neonatal Morbilidad neonatal	HT (procedimiento aplicado no indica)
<b>(Ask y otros, 2023)</b>	Estudio Cohorte prospectivo	(n = 344) RN (159 reanimados (65 mujeres, 94 hombres), 175 sanos/control (75 mujeres, 100 hombres)). Se incluyeron en reanimados aquellos que requirieron ventilación con mascarilla o bolsa al nacer, edad gestacional y peso al nacer. Se excluyeron aquellos	APGAR Ventilación bolsa-mascarilla	Maternos: Bajos recursos Sin acceso a tratamiento	AN: Apgar a los 5 minutos. EHI: Convulsiones *No especifica parámetros, estudio retrospectivo con revisión de FC.	Discapacidad motora. Retraso del lenguaje Convulsiones	Muerte neonatal	Ventilación con bolsa-mascarilla (BMV)

REFERENCIAS	DISEÑO DEL ESTUDIO	POBLACIÓN	METODO DE DIAGNOSTICO	FACTORES DE RIESGO	SIGNOS DE ASFIXIA o EHI	CONSECUENCIAS EN EL NEURODESARROLLO	OTRAS CONSECUENCIAS	TRATAMIENTO
		que tenían algún traumatismo craneoencefálico.						
<b>(Dekkers y otros, 2020)</b>	Estudio de cohorte longitudinal prospectivo	n = 18 RN con EHI (12 H) a los 3, 6, 12 y 24 meses. El estudio se aplicó en infantes desde los 3 meses hasta los 5 años.	APGAR (5 min) Puntuación Thompson Resonancia magnética	NE	AN: Puntuación APGAR a los 5 minutos. EHI: Escala de Thompson. *No especifica parámetros	Parálisis cerebral Discapacidad motora Discapacidad cognitiva Movimientos generales anormales Discapacidades neurodesarrollativas severas Discapacidad intelectual.	Muerte neonatal Morbilidad neonatal Discapacidad visual.	HT dentro de las 6 hrs posterior al nacimiento con T° corporal mantenida a 33,5°C durante 72 hrs, seguido de 6 hrs de recalentamiento.
<b>(Ezenwa y otros, 2020)</b>	Estudio de ensayo controlado aleatorio doble ciego	n = 128 RN incluidos, con EG ≥37 semanas, EHI moderada o grave. Aleatoriamente se clasificarán para recibir EPO o placebo.	APGAR pH de sangre de cordón umbilical Clasificación SARNAT Necesidad de reanimación a los primeros 10 minutos de vida.	Maternos: DPPNI Ruptura uterina  RN: Prematurez Sufrimiento fetal	AN: Llanto tardío al nacer y uno de los siguientes SC: Apgar ≤3 a los 5 minutos, necesidad de reanimación a los 10 minutos, pH <7,1 en cordón o DB ≥15 mmol/L, EHI. EHI: clasificación Sarnat	Discapacidad motora Discapacidad cognitiva Convulsiones Retraso del neurodesarrollo	Muerte neonatal Morbilidad neonatal Discapacidad visual y auditiva	EPO Intravenoso (neuroprotector) 1000 UI/Kg al ingreso y luego diariamente por 5 días.
<b>(Filippi y otros, 2018)</b>	Ensayo controlado aleatorizado multicéntrico.	n = 44 RN de 36 semanas con asfixia perinatal fueron incluidos en el estudio. (22 con EHI moderada y 22 con EHI grave).	APGAR pH de sangre de cordón umbilical VPP Intubación a EEG	NE	AN: Apgar ≤ 5 a los 10 minutos; necesidad persistente de reanimación, incluida intubación endotraqueal o ventilación con mascarilla 10	Discapacidad neurológica Retraso en el desarrollo neuropsicomotor Convulsiones Epilepsia	Muerte neonatal Discapacidad visual y auditiva	HT, consiste en reducir la T° corporal a 33-34°C y mantenerla durante 72 hrs, seguido de un calentamiento progresivo a una velocidad menor

REFERENCIAS	DISEÑO DEL ESTUDIO	POBLACIÓN	METODO DE DIAGNOSTICO	FACTORES DE RIESGO	SIGNOS DE ASFIXIA o EHI	CONSECUENCIAS EN EL NEURODESARROLLO	OTRAS CONSECUENCIAS	TRATAMIENTO
					<p>minutos después del nacimiento; acidosis (pH &lt;7,0 y/o DB ≥16 mmol/L en sangre del cordón umbilical.</p> <p>EHI: estado alterado de conciencia (irritabilidad, letargo, estupor o coma); Hipotonía; o reflejos anormales, incluyendo anormalidades oculomotoras o pupilares; o succión ausente o débil; o convulsiones clínicas; y EEG “moderada o severamente anormal”.</p>			de 0,5°C hasta llegar a la T° normal (36,5-37,5°C) en conjunto con Topiramato (Fármaco Antiepiléptico) con indicación de 10 mg/kg/día durante 3 días.
<b>(Gerner y otros, 2019)</b>	Estudio piloto exploratorio prospectivo	n = 41 RN (31 con EHI (12 M y 19 H), 10 sanos (6 M y 4 H)), con encefalopatía hipóxico- isquémica moderada a severa posterior al tto de hipotermia. Sus semanas eran de 36 a 41 semanas.	APGAR (1 min y 5 min) pH de la sangre del cordón umbilical Resonancia magnética Datos DTI	NE	EHI: Movimientos fetales disminuidos antes de iniciar el parto, no asociados a eventos centinelas (Distocia de hombros, DPPNI, Procedencia de cordón).	Lesión cerebral secundaria. Parálisis cerebral Discapacidad motora gruesa	Muerte neonatal Morbilidad neonatal Discapacidad visual	HT dentro de las 6 hrs posterior al nacimiento con T° corporal mantenida a 33,5°C durante 72 hrs, seguido de 6 hrs de recalentamiento.

REFERENCIAS	DISEÑO DEL ESTUDIO	POBLACIÓN	METODO DE DIAGNOSTICO	FACTORES DE RIESGO	SIGNOS DE ASFIXIA o EHI	CONSECUENCIAS EN EL NEURODESARROLLO	OTRAS CONSECUENCIAS	TRATAMIENTO
<b>(Iqbal y otros, 2021)</b>	Ensayo controlado aleatorio, doble ciego y prospectivo	n = 62 RN de 37 semanas, divididos en 2 grupos cantidad total escogida aleatoriamente	Clasificación SARNAT	Maternos: DPPNI	AN: Incapacidad de respiración espontánea y mantenida al nacer, EHI: Depresión neurológica, impulso respiratorio reprimido y convulsiones.	Convulsiones Retraso neurológico	Muerte neonatal Morbilidad neonatal	Sulfato de Magnesio intravenoso, 3 dosis de 250 mg/kg/dosis en una solución de Dextrosa al 10% administradas en intervalos de 24 hrs.
<b>(Jerez y otros, 2020)</b>	Estudio de ensayo clínico piloto multicéntrico, aleatorizado, controlado y doble ciego	n = 25 RN EG > 36 semanas, con APS y EHI moderada o severa. 13 Rn fueron destinados a tratamiento HP y 12 a tratamiento HM. Se excluyeron los RN de bajo peso (<1.800 gr), malformaciones congénitas del SNC, hipoxemia sin respuesta a VPP, coagulopatía y edad postnatal >6 horas.	APGAR (5 min) pH de sangre de cordón umbilical VPP Clasificación SARNAT Necesidad de reanimación a los primeros 10 minutos de vida.	NE	ANS: Apgar ≤5 a los 5 minutos; necesidad de reanimación en sala de partos por más de 10 minutos con VPP, pH ≤7 o DB ≤16 mmol/L en gases arteriales durante la primera hora de nacido. EHI moderada: Escala de Sarnat y Sarnat ≥6 EHI grave: Escala de Sarnat y Sarnat ≥13	Discapacidad cognitiva Discapacidad motora Retraso del lenguaje	Muerte neonatal Morbilidad neonatal	Melatonina Intravenosa a 5 mg/kg durante 3 días junto con HT, consiste en reducir la T° corporal a 33-34°C y mantenerla durante 72h, seguido de un calentamiento progresivo a una velocidad menor de 0,5°C hasta llegar a la T° normal (36,5-37,5°C)

REFERENCIAS	DISEÑO DEL ESTUDIO	POBLACIÓN	METODO DE DIAGNOSTICO	FACTORES DE RIESGO	SIGNOS DE ASFIXIA o EHI	CONSECUENCIAS EN EL NEURODESARROLLO	OTRAS CONSECUENCIAS	TRATAMIENTO
<b>(Parmentier y otros, 2020)</b>	Estudio cohorte retrospectivo	n = 211 RN (98 M y 113 H) seleccionados, que cumplieran con criterio de EHI. Se excluyeron RN con malformaciones congénitas o síndromes.	APGAR (5 min) pH de sangre de cordón umbilical Puntuación Thompson Ventilación mecánica aEEG Clasificación SARNAT Necesidad de reanimación	NE	AN: SC: Apgar $\leq 5$ a los 5 minutos, reanimación con ventilación mecánica por más de 10 minutos posparto, pH de gases arteriales $< 7$ , DB $\leq 16$ mmol/L o lactato $> 10$ mmol/L dentro de 1 hora posparto. EHI: Thompson $> 7$ , EEG con patrón de voltaje normal discontinuo o peor; o convulsiones.	Parálisis cerebral Deterioro del neurodesarrollo Alteración en el comportamiento	Muerte neonatal Morbilidad neonatal Discapacidad auditiva y visual	HT (procedimiento aplicado no indica)
<b>(Pekales y otros, 2023)</b>	Estudio cohorte retrospectivo	n = 335 RN incluidos, con EHI, tratados con HT, de los cuales 52 murieron, 191 no tuvieron efectos adversos, 43 perdieron seguimiento en el estudio y 49 tuvieron efectos adversos (30 con parálisis cerebral)	APGAR (5 min y 10 min) pH de sangre de cordón umbilical Resonancia magnética aEEG Clasificación SARNAT	RN: Bajo peso al nacer	AN: Apgar a los 5 y 10 minutos y pH en gases arteriales y de cordón. EHI: Convulsiones, EEG. *No específica parámetros, estudio retrospectivo con revisión de FC.	Parálisis cerebral Cuadriparesia espástica Epilepsia	Discapacidad visual	HT, consiste en reducir la T° corporal a 33-34°C y mantenerla durante 72 hrs, seguido de un calentamiento progresivo a una velocidad menor de 0,5°C hasta llegar a la T° normal (36,5-37,5°C)

REFERENCIAS	DISEÑO DEL ESTUDIO	POBLACIÓN	METODO DE DIAGNOSTICO	FACTORES DE RIESGO	SIGNOS DE ASFIXIA o EHI	CONSECUENCIAS EN EL NEURODESARROLLO	OTRAS CONSECUENCIAS	TRATAMIENTO
<b>(Prakash y otros, 2016)</b>	Estudio Clínico controlado aleatorizado	n = 120 RN de término (>37 semanas) con asfixia, escogidos aleatoriamente.	APGAR VPP Clasificación de SARNAT	Maternos: Bajos recursos	AN: Ausencia de respiración espontánea al nacer o APGAR <7 al minuto; Necesidad de reanimación al nacer.	Retraso neurológico Discapacidad neurológica, Alteración motora	Muerte neonatal Morbilidad neonatal	Sulfato de magnesio intravenoso a 1 mg/kg en 20 ml de Dextrosa al 5%, durante 1h, dentro de las primeras 6 hrs de vida, con dosis repetidas a las 24 y 48 hrs.
<b>(Procianoy y otros, 2020)</b>	Estudio observacional prospectivo	n = 72 RN con edad gestacional > 35 semanas con asfixia perinatal más encefalopatía moderada o grave (41 con encefalopatía moderada y 31 con encefalopatía grave, 16 murieron)	APGAR pH de sangre de cordón umbilical VPP Clasificación de SARNAT	Maternos: DPPNI Prolapso de cordón.	AN: pH de gases arteriales de cordón <7 o DB < 15 mmol/L en la primera hora de vida; o antecedentes de eventos perinatales agudos como DPPNI y Prolapso de cordón; o APGAR ≤5 a los 10 minutos. EHI: Escala Sarnat	Retraso neurológico Retraso motor Retraso del lenguaje Retraso cognitivo	Muerte neonatal Morbilidad neonatal	HT, se reduce la T° corporal a 33-34°C por 72 horas, seguido de un recalentamiento progresivo a menos de 0,5°C por hora hasta alcanzar 36,5-37,5°C.

REFERENCIAS	DISEÑO DEL ESTUDIO	POBLACIÓN	METODO DE DIAGNOSTICO	FACTORES DE RIESGO	SIGNOS DE ASFIXIA o EHI	CONSECUENCIAS EN EL NEURODESARROLLO	OTRAS CONSECUENCIAS	TRATAMIENTO
<b>(Thi Thanh Tran y otros, 2024)</b>	Estudio de cohorte prospectivo	n = 130 RN, 85 con encefalopatía hipertrofia cerebral moderada y 45 con encefalopatía hipertrófica cerebral grave, 43 murieron durante la hospitalización y en la infancia. Entre los 87 supervivientes, 69 completaron el seguimiento hasta los 18 meses. Se evaluó el resultado a los 6 y 18 meses de nacidos	Puntuación Thompson ASQ HINE Clasificación SARNAT Necesidad de reanimación a los primeros 10 minutos de vida.	RN: Atención neonatal inadecuada	AN: Por necesidad de reanimación durante los primeros 10 minutos post nacimiento.  *estudio retrospectivo, sujetos seleccionados por ficha clínica con diagnóstico de asfixia	Parálisis cerebral Retraso neurológico	Muerte neonatal Morbilidad neonatal (Insuficiencia renal y hepática)	HT, se reduce la T° corporal a 33-34°C por 72 horas, seguido de un recalentamiento progresivo a menos de 0,5°C por hora hasta alcanzar 36,5-37,5°C
<b>(Weeke y otros, 2017)</b>	Estudio retrospectivo	n = 169 RN de >36 semanas con asfixia perinatal e hipotermia terapéutica. Muestra final = 122 RN (41 murieron y 7 tuvieron un neurodesarrollo adverso)	APGAR pH de sangre de cordón umbilical Puntuación Thompson aEEG Clasificación de SARNAT	Maternos: Bajos recursos Mal control obstétrico	EHI: Evaluación de escala de Thompson y EEG (electroencefalograma)	Parálisis cerebral Discapacidad cognitiva	Muerte neonatal Morbilidad neonatal Discapacidades auditivas o visuales	HT (procedimiento aplicado no indica)

*Nota:* Las abreviaturas utilizadas en esta tabla son: ADC: difusión aparente, aEEG: electroencefalografía de amplitud integrada, AN: Asfixia neonatal, ANS: Asfixia neonatal severa, ASQ: Cuestionario de edades y etapas, BMV: ventilación bolsa ventilación, DB: Déficit de base, DPPNI: desprendimiento prematuro de placenta normoinsera, EGG: electroencefalograma, EHI: Encefalopatía Hipóxica-Isquémica, EPO: eritropoyetina, FC: Ficha clínica, FOV: campo de visión, HINE: examen neurológico Hammersmith Infant, HM: Hipotermia más melatonina, HP: Hipotermia más placebo, HT: Hipotermia Terapéutica, ITD: tensor de difusión, NE: No Especifica, RN: Recién Nacido, SC: Signos clínicos, TE: tiempo de eco, TR: tiempo de repetición, VPP: Ventilación a presión positiva.

## FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE TITULACIÓN

### 1. Identificación del autor.

Nombre(s): Catalina Fernanda Astudillo Becerra  
Dirección: Av. Tomas Moro 1075, depto 1402, Las Condes.  
Teléfono: +56959070735  
Email: [castudillob@correo.uss.cl](mailto:castudillob@correo.uss.cl)

Nombre(s): Catalina Paz Cabrera Gatica  
Dirección: Pio XI #550 Dpto. 202 Torre A, Las Condes.  
Teléfono: +56932113512  
Email: [ccabrerag1@correo.uss.cl](mailto:ccabrerag1@correo.uss.cl)

Nombre(s): Jessica Alejandra Córdova Carrasco  
Dirección: Atitlan 1089, Lo Prado  
Teléfono: +56977643637  
Email: [jcordovac@correo.uss.cl](mailto:jcordovac@correo.uss.cl)

Nombre(s): Anabel Antonia Fernández Aránguiz  
Dirección: Calama 355, La reina  
Teléfono: +56963326118  
Email: [afernandeza@correo.uss.cl](mailto:afernandeza@correo.uss.cl)

Nombre(s): Kaina Baitiare Manosalva De sa  
Dirección: Gabriela mistral #899, Lo prado  
Teléfono: +56990505344  
Email: [kmanosalvad@correo.uss.cl](mailto:kmanosalvad@correo.uss.cl)

Nombre(s): Florencia Isidora Meza Rodríguez  
Dirección: Madre Teresa #5050, Maipú  
Teléfono: +56963888801  
Email: [fmezar@correo.uss.cl](mailto:fmezar@correo.uss.cl)

### 2. Identificación del Trabajo de Titulación.

Título: CONSECUENCIAS DE LA ASFIXIA NEONATAL EN EL NEURODESARROLLO DEL RECIÉN NACIDO Y SU TRATAMIENTO: UNA REVISIÓN NARRATIVA (2015-2024).  
Facultad: Ciencias para el cuidado de la salud.  
Carrera: Obstetricia.  
Título o grado al que opta Licenciado(a) en Obstetricia y Matronería.  
Profesor guía: Dr. Claudio Italo Ariel Farias Valenzuela  
Fecha de entrega: 22 de Noviembre, 2024

3. A través del presente formulario se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.

<b>Autorizo su publicación (marcar con una X según corresponda).</b>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Inmediata.
<input type="checkbox"/>	Desde esta fecha: _____ (mes/año).
<input type="checkbox"/>	NO autorizo su publicación completa, solo resumen y metadatos.

Nombre, firma y Rut autor (es).		
Catalina Fernanda Astudillo Becerra		21.126.943-K
Catalina Paz Cabrera Gatica		18.466.526-3
Jessica Alejandra Córdova Carrasco		18.325.286-0
Anabel Antonia Fernández Aránguiz		20.778.323-4
Kaina Baitiare Manosalva De sa		20.781.727-9
Florencia Isidora Meza Rodríguez		21.209.281-9