



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Medicina
Unidad de Posgrado

**Asociación entre el índice de resistencia de la arteria
cerebral anterior y la lesión cerebral en imágenes de
resonancia magnética en neonatos con encefalopatía
hipóxica-isquémica en el Hospital Nacional Dos de
Mayo, 2023**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Para optar el Título de Segunda Especialidad Profesional en
Radiología

AUTOR

Cesar Cristhian GONZALES AQUINO

ASESOR

Carlos Eduardo CERNA PAJUELO

Lima - Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Gonzales C. Asociación entre el índice de resistencia de la arteria cerebral anterior y la lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética en neonatos con encefalopatía hipóxica-isquémica en el Hospital Nacional Dos de Mayo, 2023 [Proyecto de investigación de segunda especialidad]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Unidad de Posgrado; 2023.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Cesar Cristhian Gonzales Aquino
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47326988
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0003-7100-9627
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Carlos Eduardo Cerna Pajuelo
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	09379696
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0001-8016-2629
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Heli Dilmer Hidalgo Armijo
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07577660
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Carlos Federico Ugas Charcape
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	18128988
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Claudia Isabel Lazarte Rantes
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	41949105
Datos de investigación	
Línea de investigación	B.1.6.1. Factores de Riesgo. Prevención y tratamientos: Neoplasia, Diabetes, Salud mental, Enfermedades cardiovasculares.
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lima Lugar: Hospital Nacional Dos de Mayo Latitud; -12.05656 Longitud : -77.01597
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2023
URL de disciplinas OCDE	Radiología, Medicina nuclear, Imágenes médicas https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.12



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América



Facultad de Medicina
Vicedecanato de Investigación y Posgrado

PROGRAMA DE SEGUNDA ESPECIALIZACION EN MEDICINA HUMANA

INFORME DE CALIFICACIÓN

MÉDICO: GONZALES AQUINO CESAR CRISTHIAN

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

ASOCIACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE RESISTENCIA DE LA ARTERIA CEREBRAL ANTERIOR Y LA LESIÓN CEREBRAL EN IMÁGENES DE RESONANCIA MAGNÉTICA EN NEONATOS CON ENCEFALOPATÍA HIPÓXICA-ISQUÉMICA EN EL HOSPITAL NACIONAL DOS DE MAYO, 2023

AÑO DE INGRESO: 2019

ESPECIALIDAD: RADIOLOGIA

SEDE: HOSPITAL NACIONAL DOS DE MAYO

Lima, 03 de julio 2023

Doctor

JESÚS MARIO CARRIÓN CHAMBILLA

Coordinador del Programa de Segunda Especialización en Medicina Humana

El comité de la especialidad de RADIOLOGÍA ha examinado el Proyecto de Investigación de la referencia, el cual ha sido:

SUSTENTADO Y APROBADO **OBSERVADO**

OBSERVACIONES:

NOTA:

16

C.c. UPG

Comité de Especialidad

Interesado

Av. Grau 755 - Lima - Unidad de Posgrado - Central telefónica: 619-7000 anexo: 4647- 4648- 4678

E-mail: especialidad_medicina@unmsm.edu.pe



Dr. HELI DILMER HIDALGO ARMIJO

**COMITÉ DE LA ESPECIALIDAD DE
RADIOLOGÍA**



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú. Decana de América

FACULTAD DE MEDICINA

Vicedecanato de Investigación y Posgrado



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo **CARLOS EDUARDO CERNA PAJUELO** en mi condición de asesor según consta Dictamen N° **001406 -2023- UPG -VDIP -FM/UNMSM** de aprobación del proyecto de investigación, cuyo título es **ASOCIACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE RESISTENCIA DE LA ARTERIA CEREBRAL ANTERIOR Y LA LESIÓN CEREBRAL EN IMÁGENES DE RESONANCIA MAGNÉTICA EN NEONATOS CON ENCEFALOPATÍA HIPÓXICA- ISQUÉMICA EN EL HOSPITAL NACIONAL DOS DE MAYO, 2023** presentado por el médico **GONZALES AQUINO CESAR CRISTHIAN** para optar el título de segunda especialidad Profesional en **RADIOLOGIA** del Programa de Segunda Especialización en Medicina Humana.

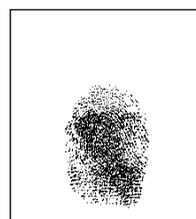
CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud del Proyecto de investigación. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de **6 %** de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio institucional.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención título de la especialidad correspondiente.

Firma del Asesor: _____

DNI: 09379696

CARLOS EDUARDO CERNA PAJUELO



ÍNDICE

CAPÍTULO I:	1
DATOS GENERALES.....	1
1.1 Título.....	1
1.2 Área de investigación.....	1
1.3 Autor	1
1.4 Asesor	1
1.5 Institución	1
1.6 Entidades o personas con las que se coordinará el proyecto	1
1.7 Duración.....	1
1.8 Clave del proyecto.	1
CAPÍTULO II.....	2
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	2
2.1 Planteamiento del problema.....	2
2.1.1 Descripción del problema.....	2
2.1.2 Antecedentes del problema.....	4
2.1.3 Fundamentos.....	8
2.1.3.1 Marco teórico.	8
2.1.4 Formulación del problema.....	13
2.2 Hipótesis	13
2.3 Objetivos de la investigación.....	13
2.3.1 Objetivo general	13
2.3.2 Objetivos específicos.....	13
2.4 Evaluación del problema.....	14
2.5 Justificación e importancia del problema	14
2.5.1 Justificación legal	14
2.5.2 Justificación teórico-científico	15
2.5.3 Justificación práctica	15
CAPÍTULO III	16
METODOLOGÍA.....	16
3.1 Tipo de estudio.....	16
3.2 Diseño de investigación	16
3.3 Universo de pacientes que acuden a la Institución	16
3.4 Población a estudiar	16
3.5 Muestra de estudio o tamaño muestral.....	16
3.6 Criterios de Inclusión y exclusión.....	17

3.6.1 Criterios de Inclusión.....	17
3.6.2 Criterios de Exclusión	17
3.7 Variables de estudio.....	17
3.7.1. Independiente.....	17
3.7.2. Dependiente.....	17
3.8 Operacionalización de variables	18
3.9 Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	19
3.10 Procesamiento y análisis de datos.....	20
CAPÍTULO IV	21
ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	21
4.1 Plan de acciones.....	21
4.2 Asignación de recursos	21
4.2.1 Recursos humanos	21
4.2.2 Recursos materiales	21
4.3 Presupuesto o costo del proyecto.....	22
4.4 Cronograma de actividades.....	22
CAPÍTULO V.....	23
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	23
CAPÍTULO VI	28
ANEXOS	28
6.1 Definición de términos.....	28
6.2 Consentimiento informado.....	29
6.3 Matriz de consistencia.....	30
6.4 Ficha de recolección de datos	31
6.5 Validación.....	33

CAPÍTULO I: DATOS GENERALES

1.1 Título:

Asociación entre el índice de resistencia de la arteria cerebral anterior y la lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética en neonatos con encefalopatía hipóxica-isquémica en el Hospital Nacional Dos de Mayo, 2023

1.2 Área de investigación:

Radiología

1.3 Autor:

Cesar Cristhian Gonzales Aquino

1.4 Asesor:

Dr. Carlos Cerna Pajuelo

1.5 Institución:

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

1.6 Entidades o personas con las que se coordinará el proyecto:

Hospital Nacional Dos de Mayo

1.7 Duración: 7 meses

1.8 Clave del proyecto: índice de resistencia, arteria cerebral, lesión cerebral, resonancia magnética, neonatos.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

2.1 Planteamiento del problema

2.1.1 *Descripción del problema*

La encefalopatía hipóxica-isquémica (EHI) es definido como aquel síndrome que se encuentra caracterizado por secuelas motoras y neuropsicológicas secundarias a un bajo flujo sanguíneo cerebral y a una disminución de la concentración arterial de oxígeno, que conlleva a una pérdida de autorregulación vascular cerebral y consecuentemente a un daño cerebral difuso, lo cual es más común que se presente en recién nacidos después de padecer por un periodo de asfixia perinatal (Gómez, 2022).

La incidencia estimada es de 1-8 de cada 1000 nacidos en países desarrollados y asciende hasta 25 cada 1000 nacidos en países en desarrollo, donde las causas más frecuentes por las que se presentan son el desprendimiento de la placenta, prolapso del cordón umbilical y rotura uterina; mientras que en el criterio diagnóstico incluye incapacidad parcial o total del recién nacido para llorar y respirar al ser estimulado, pues requiere de ventilación asistida (Papazian, 2018).

Respecto a la mortalidad en niños menores de cinco años, los recién nacidos ocupan el 45% de estos, en donde la primera semana posterior al nacimiento se produce el 75% de las muertes, de éstos entre el 25% y el 45% son en las primeras 24 horas de vida (Organización Mundial de la Salud, 2020).

Por ello, en todo recién nacido con signos de encefalopatía hipóxica isquémica, debe vigilarse la actividad electro cortical, por medio de electroencefalograma de amplitud integrada, cuyos hallazgos deben ser clasificados según los trazos de base, ciclos de vigilia sueño y actividad paroxística ictal (Chandrasekaran et al., 2017).

Asimismo, se estima que los neonatos con EHI moderada presentan un riesgo de mortalidad del 10%, de los cuales entre los supervivientes se observa que entre un

30-40% presentan discapacidad permanente de grado variable; mientras que los recién nacidos con EHI grave tienen un riesgo del 60% de mortalidad y entre la gran mayoría de los que sobreviven presentan discapacidad permanente (Fundación NN, 2018).

Con el tiempo se han ido desarrollando nuevas técnicas de imagen como la difusión de imágenes ponderadas que demuestran ser más sensibles al diagnosticar una lesión cerebral contribuyendo a un diagnóstico temprano y a un tratamiento oportuno. Ya que si bien la resonancia magnética resulta ser la modalidad de neuroimagen con sensibilidad y especificidad para identificar la lesión cerebral por encefalopatía hipóxica-isquémica, ésta en comparación con las nuevas técnicas de imagen como la de difusión ponderada de imágenes para el diagnóstico de lesión cerebral aguda es menos sensible (Bano et al., 2017; Varghese et al., 2016).

Además, los hallazgos más relevantes para el paciente en terapia de hipotermia incluyen la disminución en la velocidad del flujo, y aumento en el índice de Resistencia (IR) en la Arteria Cerebral Media (ACM) y en la Arterial Cerebral Anterior (ACA), con un $IR > 0.85$ (Guan et al., 2017). Evidenciando una capacidad predictiva como marcador de daño cerebral severo cuando el valor del IR no varía o se expresa cada vez más bajo de <0.5 en las primeras 72 horas de vida, dentro de rangos de anormalidad durante el enfriamiento (Gerner et al., 2016).

Estudios a nivel internacional reportan que el IR bajo se correlacionó con una peor lesión cerebral en las imágenes con tensor de difusión, significando que éste podría funcionar como un probable marcador temprano para la lesión cerebral en neonatos con EHI (Snyder et al., 2020). Asimismo, se detalla en Taiwán, que los recién nacidos que presentaron una velocidad de flujo media (MFV) anómala de la ACM durante la fase de hipotermia tuvieron un mayor riesgo de anomalías en la RM cerebral (77,8 % frente a 22,2 %, $p = 0,017$), mientras que los recién nacidos con una MFV alta anómala de la ACM tenían puntuaciones más altas en la RM de los ganglios basales ($p = 0,022$) (S. Ho et al., 2021).

Por otra parte, se reporta que la incidencia en España de EHI moderada-grave fue de 0,77/1.000 en recién nacidos vivos (Arnaez et al., 2018); mientras que en América

Latina y el Caribe, las estadísticas difieren en relación a los recursos y las condiciones de vida que manejan cada país de la región (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2019a). Según se cita que en México la EHI representa el 7.7% de los ingresos a Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN), mientras que en Honduras la incidencia señalada es de 1.9 por cada 100 nacidos vivos (Flores et al., 2019).

En el Perú, se reporta a la asfixia como la tercera causa de muerte neonatal presente en un 6.5% del total de defunciones en menores, con una incidencia de 3.8/10000 de recién nacidos vivos. Asimismo, no se cuenta con estudios epidemiológicos que conciernen la frecuencia y la gravedad presente de la encefalopatía hipóxica-isquémica; no obstante, los datos encontrados a nivel global suponen una idea de lo perjudicial que resulta la enfermedad en los menores, por lo que es necesario realizar investigaciones entorno a esta patología y su desenvolvimiento en las diferentes realidades de nuestro país (Ministerio de Salud, 2017).

En consecuencia, el presente estudio de investigación tiene como objetivo determinar si el índice de resistencia (IR) medido en la arteria cerebral anterior en la ecografía transfontanelar de la cabeza se encuentra asociado con una lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética (IRM) en neonatos con encefalopatía hipóxica-isquémica en el Hospital Nacional Dos de Mayo, 2023.

2.1.2 Antecedentes del problema

Internacionales

Snyder et al. (2020), realizaron un estudio cuyo objetivo fue analizar la asociación de IR entre una lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética (IRM) con imágenes de tensor de difusión. El estudio realizado fue retrospectivo donde se incluyó 75 participantes. Entre los principales resultados obtenidos se evidenció que un IR más bajo se asoció a un coeficiente de difusión aparente más bajo en el centro semioval anterior (ACS) donde se obtuvo para el derecho $p=0,039$ y para el izquierdo $p=0,015$. Referente al centro semioval posterior (PCS) se obtuvo para el derecho $p=0,018$ y para el izquierdo $p=0,022$. Asimismo, la combinación de las puntuaciones

de IR y Apgar mejoró la capacidad de distinguir la gravedad de la lesión en la resonancia magnética en relación con cualquiera de las métricas por sí sola.

Ceran et al. (2022), realizaron un estudio cuyo objetivo fue estudiar las mediciones del diámetro de la vaina del nervio óptico (ONSD) y los flujos sanguíneos cerebrales en recién nacidos con encefalopatía hipóxico-isquémica (HIE) que tenían riesgo de edema cerebral. El estudio realizado fue comparativo que incluyó 63 individuos.

Según los resultados obtenidos se concluye que el índice de resistencia (IR) como el índice de pulsatilidad (IP) de la arteria cerebral media resultó ser menos significativa en el grupo HIE ($0,69 \pm 0,09$ y $1,14$ ($0,98-1,30$) en comparación con los controles ($0,75 \pm 0,04$ y $1,41$) ($1,25-1,52$) ($p < 0,01$). Las mediciones ultrasonográficas de ONSD fueron significativas y fuertemente correlacionadas con las mediciones de MRI ONSD para ambos lados ($r = 0,91$ y $r = 0,93$, $p < 0,01$). Además, los estudios con Doppler durante la normotermia fueron comparables con el grupo de control y aumentaron significativamente después de la hipotermia terapéutica.

Ho et al. (2021), realizaron un estudio cuyo objetivo fue evaluar la correlación entre el flujo sanguíneo cerebral evaluado por ecografía Doppler transcraneal y la gravedad de la lesión cerebral por resonancia magnética en neonatos asfixiados con EHI clínica que recibieron hipotermia terapéutica. El estudio realizado fue de cohorte retrospectivo donde participaron 26 individuos. En lo que respecta a los resultados más relevantes se encontró que los recién nacidos con una velocidad de flujo media (MFV) anómala de la ACM durante la fase de hipotermia tenían un mayor riesgo de anomalías en la RM cerebral ($77,8\%$ frente a $22,2\%$, $p = 0,017$) y los recién nacidos con una MFV alta anómala de la ACM tenían puntuaciones más altas en la RM de los ganglios basales ($p = 0,022$). Sin embargo, no se evidenciaron diferencias notorias entre el MFV anormal de la ACM y las alteraciones de la resonancia magnética cerebral en las fases anterior y posterior a la hipotermia.

Genedi et al. (2016), realizaron un estudio cuyo objetivo fue evaluar el papel de la resonancia magnética y la ecografía transcraneal (TCUS) en la identificación temprana de lesiones cerebrales. El estudio realizado fue comparativo en el que participaron 38 individuos. Como resultado notable se encontró que los hallazgos en la resonancia magnética respaldaron la encefalopatía hipóxico-isquémica como

etiología en 25 recién nacidos; además, la precisión diagnóstica general de la TCUS en comparación con la RM fue del 78,9 %, mientras que la sensibilidad y la especificidad generales fueron del 81,8 % y el 60 %, respectivamente.

Benavides et al. (2021), realizaron un estudio cuyo objetivo fue analizar los hallazgos del ultrasonido transfontanelar en el grupo etario de neonatos y lactantes menores con elevado peligro biológico. El estudio realizado fue no experimental, prospectivo, transversal, comparativo y descriptivo donde participaron 90 individuos. En los resultados obtenidos se encontró que los hallazgos evidenciados en el ultrasonido fueron hemorragia de la matriz germinal en grado I (6,6%), quistes subependimarios unilaterales (6,6%) y bilateral (1,1%), hidrocefalia (4,4%), agenesia del cuerpo calloso con colpocefalia (2,2%), vasculopatía lenticuloestriada y ventriculitis (1,1%). Además, el índice de resistencia medida en la arteria pericallosa tuvo un valor mínimo de 0,56, con un máximo de 0,85 y la mediana fue de 0,68, evidenciando que no existe diferencias significativas entre de la edad gestacional ($p= 0,25$) y del índice de resistencia de la arteria ($p= 0,189$).

Bundi et al. (2020), realizaron un estudio cuyo objetivo fue determinar los hallazgos de CUS entre los recién nacidos a término con asfixia clínica al nacer y los hallazgos ecográficos correlacionados con el grado clínico de Sarnat modificado. El estudio realizado fue transversal prospectivo donde participaron 45 personas. Como efectos importantes se encontró que la ecogenicidad de la sustancia blanca profunda periventricular y la sustancia gris profunda del tálamo y/o los ganglios basales se reportaron en 56.4% y 31.1%, respectivamente, los grados de Sarnat moderados y graves se correlacionaron con cambios ecográficos anormales de encefalopatía isquémica hipóxica (HIE) (grados 2 a 8) ($p = 0,038$). Además, hubo una tendencia hacia la gravedad de la EHI con empeoramiento de las etapas de Sarnat ($p = 0,039$), y los índices de resistencia anormales ($<0,5$ y $>0,8$) se asociaron fuertemente con la presencia de cambios cerebrales HIE ($p = 0,003$).

Hemeda et al. (2022), realizaron un estudio cuyo objetivo fue evaluar el papel de TC-GSUS y TCD en el diagnóstico y la predicción del resultado de los neonatos con sospecha de EHI en comparación con la puntuación clínica. Fue un estudio que incluyó a 26 participantes. Entre los principales resultados se encontró que el índice

de resistencia (RI) de los vasos intracraneales, el TCD excluyó la EHI en 11 pacientes y aseguró el diagnóstico de EHI con gravedad variable en 15 pacientes. Cinco neonatos fallecieron y cuatro desarrollaron afección neurológica durante el seguimiento. El resultado se correlacionó con la puntuación de Sarnat, la relación ventrículo-hemisférica y las anomalías de IR. Los análisis estadísticos definieron la gravedad de la HIE según lo juzgado por RI como el predictor significativo de mortalidad y el RI anormal de las arterias cerebral anterior (ACA) y carótida interna (ACI) son los predictores más significativos de los resultados.

Pishdad et al. (2022), realizaron un estudio cuyo objetivo fue evaluar la utilidad diagnóstica de la ecografía Doppler (DS) de la arteria cerebral anterior (ACA), la arteria cerebral media (MCA) y las arterias basilares (BA) basadas en el índice de resistencia (IR) para el diagnóstico de asfixia. El estudio realizado fue transversal con la participación de 34 individuos. Como efectos relevantes se encontró que el punto de corte ideal para el diagnóstico de asfixia basado en ACA y BA fue $RI \leq 0,62$ [área bajo la curva (AUC) = 0,957 e IC 95%: 0,819–0,997; sensibilidad = 95,65; especificidad = 100; valor predictivo positivo (VPP) = 100; valor predictivo negativo (VPN) = 90,9 y razón de verosimilitud negativa (NLR) = 0,043]. Respecto a la ACM, fue $IR \leq 0,62$ ideal para diferenciar entre neonatos normales y asfixiados (AUC = 0,990 e IC 95%: 0,873-1; sensibilidad = 91,30; especificidad = 100; VPP = 91,2; VPN = 100 y NLR = 0,087).

Barseem et al. (2016), realizaron un estudio cuyo objetivo fue determinar el papel de los parámetros de flujo sanguíneo evaluados mediante ecografía en recién nacidos a término postasfixia. Fue un estudio prospectivo de casos y controles que incluyó 40 participantes. Entre los principales resultados se encontró que los valores de EDV y PSV obtenidos de las arterias cerebrales anterior y media derecha e izquierda del grupo de pacientes fueron significativamente más bajos que los del grupo de control, la diferencia de los recién nacidos con buen pronóstico con los de mal pronóstico evidenciaron que EDV y PSV eran menos significativos y que RI era más significativos ($p < 0.05$).

Natique et al. (2021), realizaron un estudio cuyo objetivo fue utilizar la ecografía Doppler (US) en serie para medir la velocidad del flujo sanguíneo cerebral y el índice

de resistencia (IR) para la evolución de la encefalopatía clínica. Fue un estudio prospectivo donde participaron 60 individuos. Como principales resultados se encontró que los IR medios obtenidos poco después del nacimiento fueron significativamente más bajos a medida que aumentaba la gravedad de la encefalopatía. En los primeros registros Doppler, se observaron IR medios anormales en 11 de 18 (61 %) neonatos con EHI leve, 13 de 17 (76 %) con EHI moderada y dos de dos (100 %) con EHI grave. De los recién nacidos con EHI leve y IR medio anormal, aquí se informa electroencefalografía de amplitud anormal congruente (45 %), resonancia magnética cerebral (45 %) y ecografía craneal anormal (44 %).

2.1.3 Fundamentos

2.1.3.1 Marco teórico.

Encefalopatía hipóxica isquémica (EHI):

Se define como un trastorno neurológico resultante de un evento agudo de asfisia perinatal en las primeras horas de vida acompañado de cambios neurológicos, incluidos niveles bajos de conciencia o convulsiones, a menudo con dificultad para iniciar y mantener la respiración, con depresión refleja y disminución del muscular tono (Avello, 2021).

Epidemiología:

La enfermedad por EHI continúa evidenciándose en los países desarrollados con tasas desproporcionadamente altas que permanecen aún en los países subdesarrollados con ingresos bajos e intermedios. Se evidencia que la EHI en los países de ingresos altos es de 1 a 3 por 1000 nacidos vivos y respecto a los países de ingresos bajos y medianos es de 20 de cada 1000 nacidos vivos. En China, existe entre 15 y 18 millones de nacidos vivos anualmente, la incidencia estimada de EHI neonatal es de 3 a 6 por cada mil nacidos vivos, representando el 15,2% de la mortalidad en menores de cinco años (Wang et al., 2021).

Fisiopatología:

De acuerdo al autor (Hirakawa, 2020), ha señalado diferentes fases de la lesión hipóxico-isquémica en el cerebro, de las cuales la fase isquémica es la fase principal, caracterizada por un desequilibrio del metabolismo oxidativo, acumulación de excitotoxinas extracelulares y edema citotóxico por gradientes de presión osmótica. La gravedad puede conducir a la lisis celular aguda. Asimismo, se observaron otros factores que interfieren en el aumento del daño celular, dando lugar a la peroxidación lipídica y la fragmentación del ADN o ARN. Sin embargo, durante la fase latente se suprime el metabolismo y el flujo sanguíneo, mientras que durante la segunda fase aumenta gradualmente la hiperperfusión; además de suprimir el edema citotóxico secundario, la acumulación de excitotoxinas, la alteración metabólica cerebral y la consecuente muerte neuronal.

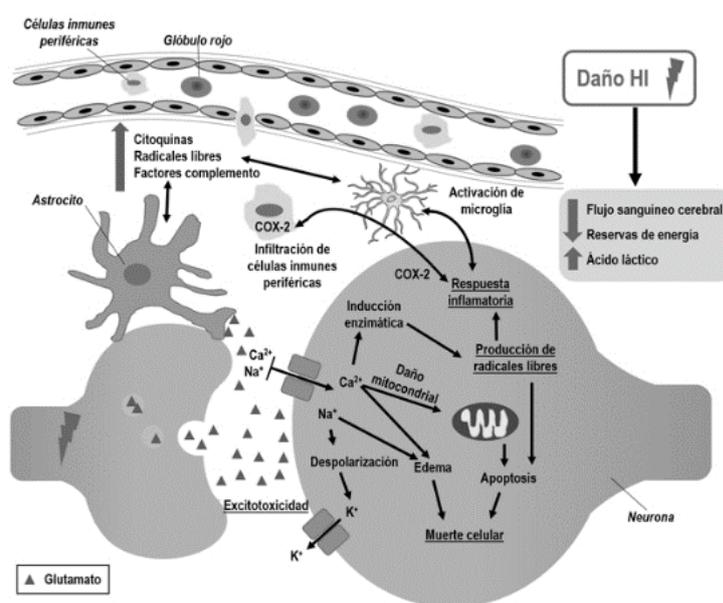


Figura 1. Fisiopatología del evento hipóxico-isquémico.

Fuente: Moral et al. (2019).

Características clínicas:

Los hallazgos clínicos específicos relacionados, son la acidosis profunda, puntaje de Apgar bajo al nacer, convulsiones, coma, hipotonía y disfunción multiorgánica la cual es la causa más común de parálisis cerebral (Nath et al., 2022).

Prenatales		Natales
Maternos	Fetales	
Pre eclampsia o eclampsia. Hipertensión arterial materna. Diabetes Gestacional. Primigesta.	Oligohidramnios. Polihidramnios. Macrosomía fetal. Restricción del crecimiento.	Corioamnionitis. Parto por cesárea de emergencia. Anestesia general. Parto asistido con fórceps o ventosas.
Embarazo múltiple. Anemia fetal. Fiebre materna.	Líquido meconial. Hidropesía fetal. Malformaciones o anomalías fetales significativas.	Trabajo de parto prolongado. Distocia de hombros. Terapia materna con magnesio.
Control prenatal deficiente.		Administración de narcóticos a la madre dentro de las 4 horas previas al parto. Presentación de nalgas u otra presentación anormal. Líquido meconial. Desprendimiento de placenta. Hemorragia feto-materna. Compresión del cordón umbilical. Inserción del cordón velamentosa.

Figura 2. Factores de riesgo de encefalopatía hipóxica isquémica neonatal.
Fuente: Ministerio de Salud Pública del Ecuador (2019).

Las clínicas de los neonatos afectados suelen evaluarse mediante la escala de Sarnat, que consiste en una clasificación que divide la patología en tres estadios con su valor pronóstico (Santina, 2018).

Signos	Estadio 1	Estadio 2	Estadio 3
Nivel de Conciencia	Hiperalerta	Letargo	Estupor/ Coma
Tono muscular	Normal	Hipotónico	Flácido
Postura	Normal	Flexión	Descerebrado
Reflejo osteotendinosos/clonus	Hiperactivo	Hiperactivo	Ausente
Mioclónias	Presentes	Presentes	Ausentes
Reflejo de Moro	Fuerte	Débil	Ausente
Pupilas	Midriasis	Miosis	Reflejo pobre/anisocoria
Crisis Convulsivas	No	Común	Descerebración
EEG	Normal	Bajo voltaje cambiando a actividad convulsiva	Supresiones a isoelectrico
Duración	<24 horas	De 1- 14 días	Días a semanas
Pronóstico	Bueno	Variable	Muerte/déficit neurológico importante

Figura 3. Estadios de la encefalopatía hipóxico - isquémica.
Fuente: Sarnat (1976).

SISTEMA	EFFECTOS
Sistema nervioso central	Encefalopatía hipóxica isquémica, infarto, hemorragia intracraneal, convulsiones, edema cerebral, hipotonía, hipertonia.
Cardiovascular	Isquemia miocárdica, contractibilidad escasa, aturdimiento cardíaco, insuficiencia tricúspide, hipotensión.
Pulmonar	Hipertensión pulmonar, hemorragia pulmonar, síndrome de dificultad respiratoria.
Renal	Necrosis tubular o cortical aguda.
Suprarrenal	Hemorragia suprarrenal
Gastroduodenal	Perforación, úlcera con hemorragia, necrosis.
Metabólico	Secreción inadecuada de hormona antidiurética, hiponatremia, hipoglucemia, hipocalcemia, mioglobinuria.
Tegumentario	Necrosis grasa subcutánea.
Hematológico	Coagulación intravascular diseminada.

Figura 4. Efectos multiorgánicos de encefalopatía hipóxica isquémica.

Fuente: Ambalavanan y Carlo (citado por Echevarría) (2020).

La evaluación de la gravedad de la hipoxia-isquémica posterior al nacimiento es decisiva para la elección del tratamiento y, aproximarse a un pronóstico preciso a largo plazo donde se puede planificar la atención adecuada del paciente (Walas et al., 2020).

Métodos diagnósticos:

Ciertamente las pruebas complementarias que permiten ayudar a definir la etiología contribuyen también a precisar la localización y la extensión del daño cerebral, con la finalidad de estimar el riesgo de secuelas neurológicas y, en ciertas ocasiones, ayudan a conocer la sucesión de la lesión y descubrir patologías no esperadas, como lesiones adquiridas previamente al parto (Valderrama, 2021).

Ultrasonografía cerebral:

Esta prueba puede descartar anomalías en el desarrollo del cerebro que apuntan a diferentes causas de encefalopatía neonatal, como la agenesia del cuerpo calloso que sugiere un trastorno mitocondrial o una infección congénita. Además, revela la evolución del daño mediante la determinación del índice de pulsatilidad (VN: 0,65-0,85), mientras que valores atípicos en las primeras 6 horas de vida indican posibles eventos hipóxico-isquémicos entre los dos primeros días del parto (Ministerio de Sanidad de Cataluña, 2019). Para evaluar los flujos emplearemos transductores con una baja frecuencia (1-5 MHz) , con una ventana acústica a través de la fontanela anterior e identificando las arterias cerebrales en el modo Doppler color , centrándonos en la arteria cerebral anterior a nivel de su rama pericallosa perteneciente al segmento A3.

Patrones de flujos arteriales normales:

Se señala que la velocidad de flujo y el índice de resistencia (IR) considerado como el pico de velocidad sistólico (PSV) menos la velocidad diastólica final (VDF) dividido entre el PSV, son las medidas más usadas en el Doppler espectral para el cálculo del flujo vascular cerebral, donde las arterias intracraneales son vasos de baja resistencia debido a que presentan velocidades sistólicas y diastólicas que incrementan según la edad gestacional, mientras que el IR disminuye según aumenta la edad gestacional. Estos cambios posiblemente se encuentren relacionados con las modificaciones en la resistencia cerebrovascular y el progresivo aumento de las velocidades de flujo diastólicas (Avilés et al., 2018).

Resonancia Magnética (RM):

Manifiesta las anomalías estructurales que se producen por la agresión hipoxico-isquémica que muestran una topografía característica; además, las lesiones pueden ser graduales que se correlaciona adecuadamente con la evolución previa. Se realiza al final de la primera semana o durante la segunda semana de vida, e incluye las secuencias potenciadas en T1 y T2 y las imágenes potenciadas en difusión (Ministerio de Sanidad de Cataluña, 2019).

Se detalla que el tipo de lesión más habitual que se encuentra es la necrosis neuronal selectiva, siendo uno de los patrones más comunes (40-60%) que afecta las regiones terminales sagitales arteriales de las 3 arterias cerebrales mayores; cuando el daño es prolongado o severo, la afectación se aproxima a los ganglios basales, tálamo y tronco (Wachtel et al., 2019).

2.1.4 Formulación del problema

¿Cuál es la asociación entre índice de resistencia de la arteria cerebral anterior y la lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética en neonatos con encefalopatía hipóxica-isquémica en el Hospital Nacional Dos de Mayo, 2023?

2.2 Hipótesis

Hipótesis general:

Ho: No existe asociación entre índice de resistencia de la arteria cerebral anterior y la lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética en neonatos con encefalopatía hipóxica-isquémica en el Hospital Nacional Dos de Mayo, 2023.

Hi: Existe asociación entre índice de resistencia de la arteria cerebral anterior y la lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética en neonatos con encefalopatía hipóxica-isquémica en el Hospital Nacional Dos de Mayo, 2023.

2.3 Objetivos de la investigación

2.3.1 Objetivo general

Determinar si el índice de resistencia (IR) medido en la arteria cerebral anterior en la ecografía transfontanelar se asocia con una lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética (IRM) en neonatos con encefalopatía hipóxica-isquémica en el Hospital Nacional Dos de Mayo, 2023.

2.3.2 Objetivos específicos

- Determinar si el índice de resistencia (IR) de la arteria cerebral anterior se asocia con una lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética (IRM) a los 4 días de vida de neonatos encefalopatía hipóxica-isquémica en el Hospital Nacional Dos de Mayo, 2023.

- Determinar si el índice de resistencia (IR) de la arteria cerebral anterior se asocia con una lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética (IRM) a los 9 días de vida de neonatos encefalopatía hipóxica-isquémica en el Hospital Nacional Dos de Mayo, 2023.

2.4 Evaluación del problema

La encefalopatía hipóxico-isquémica se relaciona con una autorregulación cerebral disfuncional. El índice de resistencia de la arteria cerebral anterior, medido en la ecografía transfontanelar es un parámetro no invasivo del flujo sanguíneo que puede indicarse en una disfunción de la autorregulación. Dado que investigaciones que evalúen este índice son limitadas este estudio pretende Determinar si el índice de resistencia (IR) medido en la arteria cerebral anterior en la ecografía transfontanelar se asocia con una lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética (IRM) en neonatos con encefalopatía hipóxica-isquémica en el Hospital Nacional Dos de Mayo, 2023.

2.5 Justificación e importancia del problema

2.5.1 *Justificación legal*

- Constitución Política del Perú (Artículo N.º 2 y 14): “Promoción del desarrollo científico y tecnológico” y “Libertad de creación intelectual, artística y científica”.
- Ley General de Salud (N.º 26842): “Promoción y divulgación de la investigación científica y tecnológica”.
- Ley del Marco de Ciencia y Tecnología (Ley N.º 28303 - N.º Art 2 y 14): “Desarrollo, promoción, transferencia y difusión de la ciencia e innovación tecnológica como una demanda pública de interés nacional” y “Principios de la investigación”.
- Ley universitaria (N.º 30220 - Capítulo VI): “Fomento de la investigación, su financiamiento, participación directa de la universidad y respeto por los derechos de autor y las patentes”.
- Reglamento del Sistema Nacional de Residentado Médico (Resolución suprema N.º 002-2006-SA – Art N.º 17): “Las actividades académicas y de investigación forman parte de las responsabilidades del residente”.

2.5.2 *Justificación teórico-científico*

Desde el punto de vista teórico-científico, el presente estudio de investigación permitirá aminorar los vacíos de conocimiento y cuestionamientos que surgen en el desarrollo de la problemática, así mismo contribuirá a la contrastación de resultados que sirvan a la comunidad científica para desplegar guías que consideren los datos actualizados encontrados en el estudio. De la misma manera se pretende aportar la metodología utilizada en la investigación para que sirvan como referencia para futuras pesquisas que surgieran ante la necesidad de análisis orientados al contexto nacional y local.

2.5.3 *Justificación práctica*

Desde el punto de vista práctico, la investigación cimienta sus bases en determinar si el índice de resistencia medido en la arteria cerebral anterior en la ecografía transfontanelar de la cabeza se encuentra asociado con una lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética en neonatos con encefalopatía hipóxica-isquémica, pues su constitución permitirá obtener estimaciones que se anticipen a una complicación, permitiendo un tratamiento que ofrezca un mejor resultado y un pronóstico favorable para dicha población estudiada, que abarque una mínima posibilidad de presentar secuelas.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Tipo de estudio

Estudio no experimental, de enfoque cuantitativo.

3.2 Diseño de investigación

Observacional, analítico transversal.

3.3 Universo de pacientes

Neonatos atendidos en el Hospital Nacional Dos de Mayo durante los meses marzo y abril del 2023.

3.4 Población a estudiar

61 neonatos con encefalopatía hipóxica-isquémica atendidos en el Hospital Nacional Dos de Mayo, durante el periodo de marzo y abril del 2023. De acuerdo a información institucional se atiende 1 paciente con encefalopatía hipóxica-isquémica al día en la institución en estudio.

3.5 Muestra de estudio o tamaño muestral

Para el cálculo de la muestra se usará la fórmula de población finita considerando un nivel de confianza del 95% y error de precisión del 5%. A continuación, se presenta la fórmula a detalle:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Dónde:

Tamaño de la Población:	N = 61
Nivel de confianza (95%):	$Z_{\alpha} = 1.96$
Prevalencia de la enfermedad:	p = 0.5
Prevalencia sin enfermedad:	q = 0.5

Error de precisión: $d = 0.05$

Tamaño de la Muestra $n = 53$

Tipo y técnica de muestreo

El tipo de muestreo a utilizar será el probabilístico y la técnica será el aleatorio simple

3.6 Criterios de Inclusión y exclusión

3.6.1 Criterios de Inclusión

- Neonatos con sospecha de encefalopatía hipóxica-isquémica
- Neonatos con información completa en sus historias clínicas
- Neonatos cuyos padres autorizaron acceder a los resultados de las historias clínicas de sus hijos.
- Neonatos que cuentan con estudio ecográfico transfontanelar y resonancia magnética cerebral en las primeras semanas de vida.

3.6.2 Criterios de Exclusión

- Neonatos con información incompleta en sus historias clínicas
- Neonatos que fallecieron.
- Neonatos con anomalías congénitas importantes, hemorragia intracraneal grave
- Neonatos cuyos padres no autorizaron acceder a los resultados de las historias clínicas de sus hijos.

3.7 Variables de estudio

3.7.1. Independiente

Lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética

3.7.2. Dependiente

Índice de resistencia

3.8 Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICION	CRITERIO DE MEDICION	INSTRUMENTO DE MEDICION
Lesión cerebral	Falta de oxigenación del cerebro que comprometerá los tejidos en neonatos con encefalopatía hipóxica-isquémica, evaluado con resonancia magnética (IRM).	Cualitativa	Nominal	Sí No	Ficha de recolección
Índice de resistencia (IR)	Valor ecográfico a nivel de la arteria cerebral anterior, con fórmula igual a (velocidad sistólica máxima - velocidad telediastólica) / velocidad sistólica máxima.	Cualitativa	Nominal	Normal Anormal	Ficha de recolección

3.9 Técnicas e instrumento de recolección de datos

La técnica para la recolección de la información será la documental ya que se recurrirán a fuentes secundarias, en este caso los resultados del índice de resistencia y resonancia magnética. Luego el instrumento será la ficha de recolección la cual constará de las siguientes secciones:

- A. Características generales: Donde se describirá a la edad gestacional al nacimiento, sexo, Apgar al minuto y a los cinco minutos de vida, presencia de convulsiones y peso al nacer.
- B. Índice de resistencia: El cual será calculado a través de la fórmula (velocidad sistólica máxima - velocidad telediastólica) /velocidad sistólica máxima y la puntuación para valores normales para la arteria cerebral anterior (ACA) será (Ho et al., 2021):

Normal: $0.7 (\pm 0.06)$

Anormal: >0.82 o <0.58

- C. Lesión cerebral: Se calcularán los valores del coeficiente de difusión aparente en la resonancia magnética cerebral, la cual se realizará entre los días 4 y 9 de vida. Luego, para describir la puntuación, se interpretaron las imágenes a través del neurorradiólogo, considerando a los ganglios basales, considerando la siguiente puntuación (Barkovich et al., 1998):

0 infarto cortical focal aislado o normal

1 una señal anormal en el tálamo

2 una señal anormal en el tálamo y el núcleo lentiforme

3 una señal anormal en el tálamo, el núcleo lentiforme y la corteza perirrolándica

4 una señal anormal en las zonas fronterizas corticales y profundas.

5 afectación cortical más extensa

Validación: Será determinado a través de la concordancia entre los jueces expertos, los cuales contrastarán ítems relacionados al contenido del instrumento, donde se

comprobara según la evaluara cada ítems y si el instrumento quedará validado para su uso posterior.

3.10 Procesamiento y análisis de datos

Se diseñará una base de datos en el programa SPSS26, con la información requerida de todos los pacientes que participen de la investigación, posterior será sometida a un proceso de consistencia, considerando a los criterios de selección.

Análisis descriptivo: Comprenderá el cálculo de frecuencias absolutas y relativas correspondientes a las variables cualitativas y estimación de promedio y desviación estándar en el caso de las variables cuantitativas.

Análisis: Para determinar si el índice de resistencia (IR) medido en la arteria cerebral anterior en la ecografía transfontanelar de la cabeza se asocia con una lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética (IRM) en neonatos con encefalopatía hipóxico-isquémica se aplicará la prueba Chi cuadrado, además se realizará un análisis de regresión logística para determinar que otros intervinientes son predictoras para mortalidad y reingreso. Se considerará la significancia del 5%, es decir que un p-valor menor a 0.05 será considerado significativo

Los resultados serán presentados en tablas simples y de doble entrada, además de diagramas estadísticos. Se usará la herramienta Microsoft Excel 365.

CAPÍTULO IV

ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

4.1 Plan de acciones

Las tareas específicas están descritas en el Ítem 4.4. Cabe señalar que el cumplimiento del plan de acciones está a cargo de la investigadora.

4.2 Asignación de recursos

4.2.1 *Recursos humanos*

- Responsable
- Tutor (asesor)
- Apoyo de Terceros para acopio de información

4.2.2 *Recursos materiales*

- Papel bond A4 de 80 grs.
- Papel periódico A4.
- Lápices, lapiceros y borradores.
- Engrapador, clips y otros útiles de oficina.
- USB (memoria).

4.3 Presupuesto o costo del proyecto

RECURSOS	N°	C.U.	TOTAL
-Útiles de estudio	-	S/. 200.00	S/. 200.00
-Herramientas informáticas: internet	-	S/. 70.00	S/. 70.00
-USB- 16 GB	1	S/. 80.00	S/. 80.00
-Pasajes coordinar con asesor		S/. 200.00	S/. 200.00
-Otros gastos	-	-	S/. 300.00
Total			S/.850.00

4.4 Cronograma de actividades

ACTIVIDAD	2023						
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
1. Inicio de búsqueda de proyecto de investigación	X						
2. Planificación del proyecto	X						
3. Preparación del proyecto de investigación		X					
4. Correcciones del proyecto de investigación		X					
5. Inicio de Recolección de datos			X	X			
6. Análisis y discusión de resultados					X	X	
7. Estructurar conclusiones						X	
8. Desarrollo de informe						X	
9. Sustentación final							X

CAPÍTULO V

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Arnaez, J., García-Alix, A., Arca, G., Valverde, E., Caserío, S., Moral, M., Benavente-Fernández, I., y Lubián-López, S. (2018). Incidencia de la encefalopatía hipóxico-isquémica e implementación de la hipotermia terapéutica por regiones en España. *Anales de Pediatría*, 89(1), 12-23. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2017.06.008>
- Avello, A. (2021). *Lesión renal aguda en neonatos con encefalopatía hipóxico-isquémica tratados con hipotermia* [Tesis de Grado, Universidad del País Vasco]. https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/54888/TFG_AvelloGorostidi_Ana.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Avilés, Y., Rojas, J., Tallón, P., y Calabuig, E. (2018). *Valor de la ecografía cerebral en el protocolo de hipotermia para la encefalopatía hipóxico-isquémica*. Sociedad Española de Radiología Médica. <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/download/74/73/144>
- Bano, S., Chaudhary, V., y Garga, U. (2017). Neonatal Hypoxic-ischemic Encephalopathy: A Radiological Review. *Journal of Pediatric Neurosciences*, 12(1), 1-6. <https://doi.org/10.4103/1817-1745.205646>
- Barkovich, A. J., Hajnal, B. L., Vigneron, D., Sola, A., Partridge, J. C., Allen, F., y Ferriero, D. M. (1998). Prediction of neuromotor outcome in perinatal asphyxia: Evaluation of MR scoring systems. *AJNR. American Journal of Neuroradiology*, 19(1), 143-149.
- Barseem, N., Badr, H., y Abdullah, M. (2016). Color Doppler ultrasonography in full term neonates with hypoxic ischemic encephalopathy and prediction of outcome. *Egyptian Pediatric Association Gazette*, 64(1), 38-43. <https://doi.org/10.1016/j.epag.2015.11.001>
- Benavides, M., Perdomo, G., Guevara, H., García, M., y Riera, Á. (2021). Hallazgos de ultrasonido transfontanelar en neonatos y lactantes menores con alto riesgo biológico. *Salus*, 25(2), 9-18. <https://doi.org/10.54139/salus.v25i2.57>
- Bundi, L., Mwangi, G., Otieno, V., y Mulama, B. (2020). Clinical neonatal hypoxic ischemic injury: Cranial ultrasound spectrum of findings in neonates admitted to a Newborn Unit in Nairobi, Kenya. *West African Journal of Radiology*, 27(2), 108-113. https://doi.org/10.4103/wajr.wajr_17_19

- Ceran, B., Kutman, H., Beyoğlu, R., Şimşek, G., Elbayiyev, S., y Canpolat, H. (2022). Diagnostic role of optic nerve sheath diameter and brain blood flow in neonates with hypoxic-ischemic encephalopathy. *Child's Nervous System*. <https://doi.org/10.1007/s00381-022-05731-0>
- Chandrasekaran, M., Chaban, B., Montaldo, P., y Thayyil, S. (2017). Predictive value of amplitude-integrated EEG (aEEG) after rescue hypothermic neuroprotection for hypoxic ischemic encephalopathy: A meta-analysis. *Journal of Perinatology: Official Journal of the California Perinatal Association*, 37(6), 684-689. <https://doi.org/10.1038/jp.2017.14>
- Echevarría, A. (2020). *Características clínicas y diagnósticas en neonatos con encefalopatía hipóxica isquémica* [Tesis de Grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/15118/1/19%20MC%20TG-3584-Echeverr%C3%ADa.pdf>
- Flores, J., Membreño, K., y Alger, J. (2019). Conocimientos y actitudes sobre encefalopatía hipóxica-isquémica e hipotermia terapéutica: Resultados de una intervención educativa. *Revista Médica Hondureña*, 87(2), 63-70. <https://doi.org/10.5377/rmh.v87i2.11903>
- Fundación NN. (2018). Encefalopatía hipóxica-isquémica. *Neurología Neonatal*. <https://www.neurologianeonatal.org/formacion/encefalopatia-hipoxico-isquemica/>
- Gavilanes, J., y Gómez, P. (2022). Actualización sobre encefalopatía hipóxica isquémica secundaria a asfíxia perinatal. *Polo del Conocimiento*, 7(11), Art. 11. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i11.4912>
- Genedi, E., Osman, N., y El-deeb, M. (2016). Magnetic resonance imaging versus transcranial ultrasound in early identification of cerebral injuries in neonatal encephalopathy. *The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*, 47(1), 297-304. <https://doi.org/10.1016/j.ejrnm.2016.01.001>
- Gerner, G., Burton, V., Poretti, A., Bosemani, T., Cristofalo, E., Tekes, A., Seyfert, D., Parkinson, C., Leppert, M., Allen, M., Huisman, T., Northington, F., y Johnston, M. (2016). Transfontanellar duplex brain ultrasonography resistive indices as a prognostic tool in neonatal hypoxic-ischemic encephalopathy before and after treatment with therapeutic hypothermia. *Journal of Perinatology: Official Journal of the California Perinatal Association*, 36(3), 202-206. <https://doi.org/10.1038/jp.2015.169>

- Gómez, P. (2022, noviembre 4). *Encefalopatía hipóxica isquémica*. SERAU. <https://serau.org/2022/11/encefalopata-hipxico-isqumica/>
- Guan, B., Dai, C., Zhang, Y., Zhu, L., He, X., Wang, N., y Liu, H. (2017). Early diagnosis and outcome prediction of neonatal hypoxic-ischemic encephalopathy with color Doppler ultrasound. *Diagnostic and Interventional Imaging*, 98(6), 469-475. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2016.12.001>
- Hemeda, Y., Aly, Z., y Al-Ghannam, A. (2022). The Role of Transcranial Grayscale and Doppler Ultrasound Examination in Diagnosis of Neonatal Hypoxic-ischemic Encephalopathy. *The Egyptian Journal of Hospital Medicine*, 86(1), 178-189. <https://doi.org/10.21608/ejhm.2022.211044>
- Hirakawa, K. (2020). *Eficacia y seguridad al alta de la hipotermia terapéutica en recién nacidos con encefalopatía hipóxica-isquémica en el Instituto Nacional Materno Perinatal de Lima* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. <https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/4230/HIRAKAWA%20YAMADA%20KENJI%20JES%c3%9aS%20-%20T%c3%8dTULO%20PROFESIONAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ho, S., Chiang, M., Lin, J., Chou, I., Lee, C., Diane Mok, T., Lai, M., Wu, I., Mun-Ching Wong, A., Wang, H., Lin, K., y iCNS Group. (2021). Middle cerebral artery velocity is associated with the severity of MRI brain injury in neonates received therapeutic hypothermia. *Biomedical Journal*, 44(6 Suppl 1), S119-S125. <https://doi.org/10.1016/j.bj.2020.08.002>
- Ministerio de Salud. (2017). *Guía de Práctica Clínica adaptada al servicio de Neonatología Asfixia Neonatal*. Hospital de la Amistad Perú Corea Santa Rosa II-2. <https://www.hsantarosa.gob.pe/img/pdf/asfixia.pdf>
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2019a). *Encefalopatía hipóxicaisquémica del recién nacido*. Dirección Nacional de Normatización del Ministerio de Salud Pública. https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:muoUCRTov9sJ:https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/gpc_ehirn2019.pdf&cd=13&hl=es&ct=clnkygl=pe#10
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2019b). *Guía de Práctica Clínica (GPC) para Encefalopatía hipóxica isquémica del recién nacido*. Dirección Nacional de Normatización-MSP de Quito. https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/gpc_ehirn2019.pdf

- Ministerio de Sanidad de Cataluña. (2019). *Guía de Práctica Clínica sobre Encefalopatía Hipóxica-Isquémica Perinatal en el Recién Nacido*. Servicios Sociales e Igualdad. https://portal.guiasalud.es/wp-content/uploads/2019/01/GPC_535_EHI_AQUAS_compl-1.pdf
- Moral, Y., Robertson, N., Goñi, F., y Alonso-Alconada, D. (2019). Revisión Hipoxia-isquemia neonatal: Bases celulares y moleculares del daño cerebral y modulación terapéutica de la neurogénesis. *Revista de Neurología*, 68(1). <https://doi.org/10.33588/rn.6801.2018255>
- Nath, D., Mili, R., Thapa, P., y Das, A. (2022). Comparison Between Transcranial Ultrasound And Magnetic Resonance Imaging In The Evaluation Of Neonatal Hypoxic- Ischemic Encephalopathy. *International Journal of Toxicological and Pharmacological Research*, 12(6), 115-127.
- Natique, K., Das, Y., Maxey, M., Sepulveda, P., Brown, L., y Chalak, L. (2021). Early Use of Transcranial Doppler Ultrasonography to Stratify Neonatal Encephalopathy. *Pediatric Neurology*, 124, 33-39. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2021.07.004>
- Organización Mundial de la Salud. (2020). *Mejorar la supervivencia y el bienestar de los recién nacidos*. OMS. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/newborns-reducing-mortality>
- Organización Panamericana de la Salud [OPS]. (2020). *Descriptor en Ciencias de la Salud—Frecuencia cardiaca*. https://decs.bvsalud.org/es/ths/resource/?id=6493yfilter=ths_termallyq=frecuencia%20cardiaca
- Ortiz Borda, E. M., Nolberto Sifuentes, V. A., Ortiz Borda, E. M., y Nolberto Sifuentes, V. A. (2020). Índice de resistencia de la arteria cerebral anterior en el neonato muy prematuro. *Anales de la Facultad de Medicina*, 81(4), 416-419. <https://doi.org/10.15381/anales.v81i4.16732>
- Papazian, O. (2018). Encefalopatía hipóxica-isquémica neonatal. *Medicina (Buenos Aires)*, 78(2), 36-41.
- Pishdad, P., Yarmahmoodi, F., Eghbali, T., Arasteh, P., y Razavi, S. (2022). Using Doppler sonography resistive index for the diagnosis of perinatal asphyxia: A multi-centered study. *BMC Neurology*, 22(1), 104. <https://doi.org/10.1186/s12883-022-02624-2>

- Santina, A. (2018). *Hypoxic-Ischemic Encephalopathy Clinical Presentation: History, Physical Examination*. Medscape. <https://emedicine.medscape.com/article/973501-clinical>
- Sarnat, H. (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>
- Snyder, E., Perin, J., Chavez-Valdez, R., Northington, F., Lee, J., y Tekes, A. (2020). Head Ultrasound Resistive Indices Are Associated With Brain Injury on Diffusion Tensor Imaging Magnetic Resonance Imaging in Neonates With Hypoxic-Ischemic Encephalopathy. *Journal of Computer Assisted Tomography*, 44(5), 687-691. <https://doi.org/10.1097/RCT.0000000000001069>
- Valderrama, D. (2021). *Facultad de Medicina Hospital General de Zona Norte Puebla* [Tesis de Especialidad, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. <https://ecosistema.buap.mx/ecoBUAP/bitstream/handle/ecobuap/755/20220202091728-9541-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Varghese, B., Xavier, R., Manoj, V., Aneesh, M., Priya, P., Kumar, A., y Sreenivasan, V. (2016). Magnetic resonance imaging spectrum of perinatal hypoxic-ischemic brain injury. *The Indian Journal of Radiology y Imaging*, 26(3), 316-327. <https://doi.org/10.4103/0971-3026.190421>
- Wachtel, E., Verma, S., y Mally, P. (2019). Update on the current management of newborns with neonatal encephalopathy. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, 49(7), 100636. <https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2019.07.001>
- Walas, W., Wilińska, M., Bekiesińska-Figatowska, M., Halaba, Z., y Śmigiel, R. (2020). Methods for assessing the severity of perinatal asphyxia and early prognostic tools in neonates with hypoxic-ischemic encephalopathy treated with therapeutic hypothermia. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 29(8). <https://doi.org/10.17219/acem/124437>
- Wang, Z., Zhang, P., Zhou, W., Xia, S., Zhou, W., Zhou, X., Cheng, X., Shi, Y., Lin, Z., Song, D., y Cheng, G. (2021). Neonatal hypoxic-ischemic encephalopathy diagnosis and treatment: A National Survey in China. *BMC Pediatrics*, 21, 261. <https://doi.org/10.1186/s12887-021-02737-6>

CAPÍTULO VI

ANEXOS

6.1 Definición de términos

Índice de resistencia (IR) de la arteria cerebral: permite evaluar el flujo sanguíneo y se utiliza para determinar el bienestar fetal (Ortiz Borda et al., 2020).

Resonancia magnética: Método no invasivo para demostrar la anatomía interna basado en el principio de que los núcleos atómicos bajo un campo magnético fuerte absorben pulsos de energía de radiofrecuencia y la emiten como radioondas que pueden reconstruirse en imágenes computarizadas (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2020).

6.2 Consentimiento informado

“Asociación entre el índice de resistencia de la arteria cerebral y la lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética en neonatos con encefalopatía hipóxica-isquémica en el Hospital Nacional Dos de Mayo, 2023”

Propósito del Estudio: Determinar si el índice de resistencia (IR) medido en la arteria cerebral anterior en la ecografía transfontanelar de la cabeza se asocia con una lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética (IRM) en neonatos con encefalopatía hipóxica-isquémica en el Hospital Nacional Dos de Mayo, 2023.. Más allá de este propósito, se obtendrá un conocimiento válido para plantear en el futuro acciones de las gestiones que se vienen realizando en esta unidad orgánica de la institución.

Procedimientos: Si usted acepta participar en este estudio se procederá a obtener información de los resultados de su historia clínica.

Riesgos y Beneficios: No existirá riesgo alguno respecto a su participación en esta investigación, pues solo se le pedirá recopilar la información necesaria para la investigación. Asimismo, su participación no producirá beneficio alguno, ni remuneración y/o pago de ningún tipo.

Confidencialidad: No se divulgará su identidad en ninguna etapa de la investigación, pues toda la información que Ud. brinde será usada solo con fines estrictos de estudio. En caso este estudio fuese publicado se seguirá salvaguardando su confidencialidad, ya que no se le pedirá en ningún momento sus nombres ni apellidos.

Se pone en conocimiento que Ud. puede decidir retirarse de este estudio en cualquier momento del mismo, o no participar –si así lo desea– sin perjuicio alguno.

Acepto voluntariamente participar en este estudio luego de haber discutido los objetivos y procedimientos de la investigación con el investigador responsable.

Participante

Iniciales:

Fecha

Investigador

Fecha

6.3 Matriz de consistencia

Formulación de problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
¿Cuál es la asociación entre índice de resistencia de la arteria cerebral anterior y la lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética en neonatos con encefalopatía hipóxica-isquémica en el Hospital Nacional Dos de Mayo, 2023?	<p>General: Determinar si el índice de resistencia (IR) medido en la arteria cerebral anterior en la ecografía transfontanelar de la cabeza se asociado con una lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética (IRM) en neonatos con encefalopatía hipóxica-isquémica en el Hospital Nacional Dos de Mayo, 2023.</p> <p>Específicos: Determinar si el índice de resistencia (IR) de la arteria cerebral anterior se asocia con una lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética (IRM) a los 4 días de vida de neonatos con encefalopatía hipóxica-isquémica en el Hospital Nacional Dos de Mayo, 2023.</p> <p>Determinar si el índice de resistencia (IR) de la arteria cerebral anterior se asocia con una lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética (IRM) a los 9 días de vida de neonatos con encefalopatía hipóxica-isquémica en el Hospital Nacional Dos de Mayo, 2023.</p>	<p>Hipótesis general: Ho: No existe asociación entre índice de resistencia de la arteria cerebral anterior y la lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética en neonatos con encefalopatía hipóxica-isquémica en el Hospital Nacional Dos de Mayo, 2023 Hi: Existe asociación entre índice de resistencia de la arteria cerebral anterior y la lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética en neonatos con encefalopatía hipóxica-isquémica en el Hospital Nacional Dos de Mayo, 2023.</p>	<p>Variable dependiente Índice de resistencia</p> <p>Variable independiente Lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética</p>	<p>Tipo de estudio: Analítico Transversal</p> <p>Diseño y tipo de estudio: Observacional</p> <p>Población de estudio: Neonatos con encefalopatía hipóxica-isquémica atendidos en el Hospital Nacional Dos de Mayo, durante el periodo de marzo y abril del 2023.</p> <p>Muestra 53 neonatos con encefalopatía hipóxica-isquémica.</p> <p>Técnica e instrumento de recolección: Documental/ficha de recolección</p> <p>Análisis estadístico: Frecuencias absolutas, frecuencias relativas, promedio, desviación estándar, Chi cuadrado.</p>

6.4 Ficha de recolección de datos

Asociación entre el índice de resistencia de la arteria cerebral anterior y la lesión cerebral en imágenes de resonancia magnética en neonatos con encefalopatía hipóxica-isquémica en el Hospital Nacional Dos de Mayo, 2023

ID: _____

Fecha: __/__/__

A. Características generales

Edad gestacional al nacimiento: _____ss

Sexo: Masculino () Femenino ()

Apgar al minuto: _____

Apgar a los 5 minutos: _____

Convulsiones: Sí () No ()

Peso al nacer: _____g

B. Índice de resistencia de la Arteria Cerebral Anterior (IR):

Normal () Anormal ()

Basal (al nacimiento)

Velocidad sistólica máxima: _____

Velocidad telediastólica

IR: _____

A los 4 días de vida

Velocidad sistólica máxima: _____

Velocidad telediastólica

IR: _____

A los 9 días de vida

Velocidad sistólica máxima: _____

Velocidad telediastólica

IR: _____

Otros hallazgos evidenciados: _____

C. Lesión cerebral en Resonancia Magnética : Sí () No ()

Puntuación de resonancia magnética: _____ días de vida.

- () 0 infarto cortical focal aislado o normal
- () 1 una señal anormal en el tálamo
- () 2 una señal anormal en el tálamo y el núcleo lentiforme
- () 3 una señal anormal en el tálamo, el núcleo lentiforme y la corteza perirrolándica
- () 4 una señal anormal en las zonas fronterizas corticales y profundas.
- () 5 afectación cortical más extensa

6.5 Validación

Validez de contenido

Estimado juez experto (a): _____

Teniendo como base los criterios que a continuación se presenta, se le solicita dar su opinión sobre el instrumento de recolección de datos que se adjuntan: Marque con una (X) en SI o NO, en cada criterio según su opinión.

Id	Criterios	Si	No	Observación
1	El instrumento recoge información que permite dar respuesta al problema de investigación.			
2	El instrumento responde a los objetivos del estudio.			
3	La estructura del instrumento es adecuada.			
4	Los ítems del instrumento responden a la operacionalización de la variable.			
5	La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento.			
6	Los ítems son claros y comprensibles.			
7	El número de ítems es adecuado para su ejecución.			