



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE MEDICINA HUMANA

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA HUMANA



CARACTERÍSTICAS DE LA ARTERIA CEREBRAL MEDIA POR ECO - DOPPLER EN LACTANTES DE 6 MESES A 3824 M.S.N.M.

HOSPITAL III ESSALUD JULIACA - 2020

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. PEDRO EDSON RAMOS PARI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MEDICO CIRUJANO

PUNO – PERÚ

2020



DEDICATORIA

A mis padres Víctor y Agustina por su amor y enseñanza del valor del trabajo como ejemplo, a mis hermanos Karina y Luchin que supieron acompañarme en este logro, a mis sobrinos Mishel y Diego que serán como mis hijos y tendrán mi apoyo toda la vida.

A mi Bonita por ser parte de mí y ser mi persona especial que espero Dios y la vida nos mantenga juntos, y a mis amigos por ser parte de la lucha en esta profesión.

A mi abuelo que está en el cielo y siempre lo recordare a lado de mi corazón, a mi abuela que hasta el día de hoy me apoya y recibo su cariño.

.



AGRADECIMIENTO

*A la Universidad Nacional
del Altiplano por ser mi
alma mater cuyo nombre
llevare en alto siempre.*

*un tutor de vida y
profesión.*

*A la Doctora Tania
Aguilar Portugal por ser*

*Al Doctor Eric Aruhuanca
Quispe por su apoyo que
gracias a él se pudo hacer
el presente trabajo, y a mis
amigos de quienes recibí
incondicional ayuda.*



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 10

ABSTRACT 11

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 12

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA 12

1.3 HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN 13

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 13

1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION 13

1.5.1 OBJETIVO GENERAL 13

1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 13

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 MARCO TEÓRICO 14

2.1.1 ANATOMIA DE LA CIRCULACION CEREBRAL 14

2.1.2 ARTERIA CEREBRALES MEDIAS 14

2.1.3 ECOGRAFIA DOPPLER DE LA ARTERIA CEREBRAL MEDIA 17



| | | |
|-------|------------------------------|----|
| 2.1.4 | DOPPLER TRANSCRANEAL..... | 18 |
| 2.1.5 | VENTANA TRANSFONTANELAR..... | 19 |
| 2.2 | ANTECEDENTES..... | 20 |
| 2.2.1 | A NIVEL INTERNACIONAL..... | 20 |
| 2.2.2 | A NIVEL LATINOAMERICANO..... | 24 |
| 2.2.3 | A NIVEL NACIONAL..... | 25 |

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

| | | |
|-------|---|----|
| 3.1 | METODOLOGIA..... | 26 |
| 3.1.1 | TIPO DE ESTUDIO..... | 26 |
| 3.1.2 | UBICACIÓN GEOGRAFICA:..... | 26 |
| 3.2 | POBLACION Y MUESTRA..... | 26 |
| 3.2.1 | POBLACION..... | 26 |
| 3.2.2 | MUESTRA..... | 26 |
| 3.3 | TECNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS:..... | 27 |
| 3.3.1 | TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS:..... | 27 |
| 3.3.2 | TECNICA DE ANALISIS E INTERPRETACION DE DATOS..... | 28 |
| | ANALISIS ESTADISTICO..... | 29 |
| 3.4 | ASPECTOS ETICOS..... | 29 |

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

| | | |
|-----|-------------------|----|
| 4.1 | RESULTADOS:..... | 30 |
| 4.2 | DISCUSION..... | 36 |
| V. | CONCLUSIONES..... | 41 |



| | |
|--------------------------------------|----|
| VI. RECOMENDACIONES | 42 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 43 |
| ANEXOS..... | 46 |

Área : Medicina De Altura

Tema : PEDIATRIA

FECHA DE SUSTENTACION: 01 de junio del 2020



ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------------|--|----|
| Tabla 1: | Características morfológicas de la ACM derecha: calibre, por Eco – Doppler en lactantes de 6 meses a 3824 m s.n.m..... | 30 |
| Tabla 2: | Características morfológicas de la ACM izquierda: calibre, por Eco – Doppler en lactantes de 6 meses a 3824 m s.n.m..... | 31 |
| Tabla 3: | Características morfológicas de la ACM: morfología, estenosis, dilatación, trayecto por Eco – Doppler en lactantes de 6 meses a 3824 m s.n.m..... | 32 |
| Tabla 4: | Características hemodinámicas de la arteria cerebral media por Eco – Doppler en lactantes de 6 meses a 3824 m s.n.m..... | 33 |
| Tabla 5: | Diferencias hemodinámicas y morfológicos de la arteria cerebral media en lactantes de 6 meses por Eco – Doppler a nivel del mar y a una altitud de 3824 m s.n.m..... | 35 |



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

VM: Velocidad Media

VSP: Velocidad Sistólica Pico

VDF: Velocidad Diastólica Final

IP: Índice de Pulsatilidad

IR: Índice de Resistencia

VMD: Velocidad Media Derecha

VMI: Velocidad Media Izquierda

VSPD: Velocidad Sistólica Pico Derecha

VSPI: Velocidad Sistólica Pico Izquierda

VDFD: Velocidad Diastólica Final Derecha

VDFI: Velocidad Diastólica Final Izquierda

IPD: Índice de pulsatilidad Derecha

IPI: Índice de pulsatilidad Izquierda

IRD: Índice de Resistencia Derecha

IRI: Índice de Resistencia Izquierda

TCD: Doppler Transcraneal

Vmax: Velocidad Máxima

ACM: Arteria Cerebral Media

ACMD: Arteria Cerebral Media Derecha.

ACMI: Arteria Cerebral Media Izquierda.



ACP: Arteria Cerebral Posterior

ACA: Arteria Cerebral Anterior

MSNM: Metros Sobre el Nivel del Mar

MM: Milímetro

CM: Centímetro

S: Segundo

ON: Óxido Nítrico

PaCO₂: Presión Parcial de Dióxido de Carbono

PaO₂: Presión Parcial de Oxígeno

IC: Intervalo de Confianza

X²: Chi Cuadrado

OR: Odds Ratio

CRED: Control de Crecimiento y Desarrollo

ECMO: Oxigenación por Membrana Extracorpórea



RESUMEN

Características de la Arteria Cerebral Media por Eco Doppler en Lactantes de 6 meses a 3824 m.s.n.m. Hospital III EsSalud Juliaca - 2020. Determinar las características morfológicas y hemodinámicas de la Arteria Cerebral Media por Eco Doppler en lactantes de 6 meses, determinar las diferencias hemodinámicas y morfológicas a nivel del mar y a una altitud de 3824 m s.n.m. El estudio se define como descriptivo, analítico, prospectivo y comparativo. Un 30,8% de la ACMD y ACMI presentan un calibre de 2.7 mm; no encontramos alteración en la morfología, dilatación, ni estenosis; sobre el trayecto M2 de la ACM; la VMD presenta una media de 55,51cm/s y 64,90 cm/s y la VMI 63,01cm/s y 64,06 cm/s tanto en el sexo masculino y femenino respectivamente, la VSPD presenta una media de 44,85 cm/s y 51,33 cm/s y la VSPI 50,57 cm/s y 51,66 cm/s tanto en el sexo masculino y femenino respectivamente, la VDFD presenta una media de 16,00 cm/s y 19,00 cm/s y la VDFI 18,71 cm/s y 18,66 cm/s tanto en el sexo masculino y femenino respectivamente. A 3824 m s.n.m.: la VSPD 48 +-10 cm/s y VSPI es 51+-10 cm/s y VDFD 17+-4 cm/s y VDFI es 19+-4 cm/s. No encontramos alteración en la morfología, los valores de las velocidades son inferiores de los reportados; los valores de los índices son inferiores y están en los rangos normales; existe diferencia significativa de las VSP y VDF; no se encuentra DS del IP e IR.

Palabras Clave: Arteria cerebral media, Eco Doppler, Flujometria, Ultrasonido.



ABSTRACT

Characteristics of the Middle Cerebral Artery by Doppler Echo in Infants aged 6 months at 3824 m.a.s.l. Hospital III EsSalud Juliaca - 2020. To determine the morphological and hemodynamic characteristics of the Middle Cerebral Artery by Echo Doppler in 6-month-old infants, to determine the hemodynamic and morphological differences at sea level and at an altitude of 3,824 meters above sea level. The study is defined as descriptive, analytical, prospective and comparative. 30.8% of the ACMD and ACMI have a caliber of 2.7 mm; We found no alteration in morphology, dilation, or stenosis; on the M2 path of the ACM; the VMD presents an average of 55.51cm / s and 64.90 cm / s and the IMV 63.01cm / s and 64.06 cm / s in both the male and female sex, respectively, the VSPD presents an average of 44.85 cm / s and 51.33 cm / s and the VSPI 50.57 cm / s and 51.66 cm / s in both the male and female sex, respectively, the VDFD presents an average of 16.00 cm / s and 19.00 cm / s and the VDFI 18.71 cm / s and 18.66 cm / s in both the male and female sex, respectively. At 3824 m asl: the VSPD 48 + -10 cm / s and VSPI is 51 + -10 cm / s and VDFD 17 + -4 cm / s and VDFI is 19 + -4 cm / s. We did not find any alteration in the morphology, the velocity values are lower than those reported; the values of the indices are lower and are in the normal ranges; there is a significant difference between VSP and VDF; DS of IP and IR not found.

Keywords: Middle cerebral artery, Doppler echo, Flowmetry, Ultrasound



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial son pocos los trabajos de investigación que han estudiado de manera detenida la circulación cerebral, hemodinámica cerebral y anatomía vascular cerebral y más aún en pacientes pediátricos; existen patologías que requieren estos valores, es necesario estudios que presenten valores de normalidad de las características vasculares por Eco Doppler de la arteria cerebral media. A nivel latinoamericano también son escasos los reportes científicos de las características morfológicas y hemodinámicas de la vascularización cerebral en niños de 6 meses de edad, la mayoría de estudios se circunscriben al periodo fetal y neonatal.

Dentro de la patología vascular cerebral no se cuenta con estudios que nos muestren modificaciones ya sea condicionada por la enfermedad, la altitud o ambas simultáneamente; pese a existir patología con alta prevalencia como es la anemia infantil en el Región de Puno no se ha evidenciado científicamente su repercusión y cómo se comporta la vascularización cerebral en niños, es también evidente que no existe un patrón de comparación en niños a nivel mar. Por otro lado, los valores referenciales de las características morfológicas y hemodinámicas de la arteria cerebral media son cada vez más empleados en caso de patologías críticas: isquemia cerebral, traumatismo craneo encefálico, hipertensión endocraneana y en caso de aplicarse en circulación extracorpórea en niños entre otros (1).

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

Bajo esta consideración planteamos la siguiente interrogante investigativa:

¿Cuáles son las características de la arteria cerebral media por Eco – Doppler en lactantes de 6 meses a 3824 m s.n.m. Hospital III EsSalud Juliaca - 2020?



1.3 HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Dadas las condiciones de aclimatación del habitante en la altitud, los lactantes muestran diferencia significativa en morfología y valores hemodinámicos en la Arteria Cerebral Media a una Altitud de 3824 m s.n.m.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El avance científico medico va mostrando variantes aun no clarificadas en el habitante de altitud, en condiciones fisiológicas y por tanto se esperaría modificaciones en condiciones patológicas también en la edad pediátrica. Dado que existe patología Infantil vinculada con la vascularización cerebral o sus consecuencias con la inadecuada irrigación Cerebral (2), se desconoce la hemodinámica y presiones de vasos sanguíneos en estructuras importantes en el sistema nervioso central en niños; el presente trabajo de investigación, parte de la idea de tener un reporte de lo normal en la vascularización en niños de 6 meses en altitud; que nos dé a conocer científicamente los estándares en la altura en el paciente pediátrico, considerando estas atingencias planteamos las siguientes interrogantes (3).

1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar las características morfológicas y hemodinámicas de la Arteria Cerebral Media en lactantes de 6 meses por Eco Doppler a 3824 m s.n.m. Hospital III EsSalud Juliaca – 2020.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1.- Determinar las características morfológicas de la Arteria Cerebral Media por Eco Doppler en lactantes de 6 meses a 3824 m s.n.m.
- 2.- Determinar las características hemodinámicas de la Arteria Cerebral Media por Eco Doppler en lactantes de 6 meses a 3824 m s.n.m.
- 3.- Determinar las diferencias hemodinámicas y morfológicos de la arteria cerebral media en lactantes de 6 meses a nivel del mar y a una altitud de 3824 m s.n.m.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 ANATOMIA DE LA CIRCULACION CEREBRAL

La vascularización cerebral está formada por tres lados anteriores por las arterias cerebrales anteriores unidas por la comunicante anterior, dos lados laterales determinados por las arterias comunicantes posteriores y dos lados posteriores constituidos por las arterias cerebrales posteriores. Este heptágono vascular forma un anillo completo que asegura la distribución adecuada y homogénea de la vascularización encefálica. Este diseño en aproximadamente el 50% de los casos no es el habitual y presenta numerosas variedades anatómicas. Este círculo arterial está situado en la base del cerebro y en su mayor parte en la cisterna interpeduncular o lago subaracnoideo central; se relaciona con el techo de la celda hipofisaria y con el rombo optopeduncular al que rodea y sobrepasa. En su porción rostral el círculo llega en parte a quedar situado en la cisterna quiasmática (4).

2.1.2 ARTERIA CEREBRALES MEDIAS

Son las arterias más importantes de las ramas de división de las carótidas. Por su calibre (3-4mm) y valor funcional se la denomina acertadamente como la arteria de la vida de relación y son el eje vascular del cerebro (4).

Tienen una porción basal que prolonga la dirección de las carótidas internas de adentro hacia afuera desde el borde externo del quiasma óptico al valle silviano; aquí emite las ramas colaterales centrales. La segunda porción es hemisférica que recorre al valle silviano apoyada sobre el lóbulo de la insula de Reil para luego emerger en la superficie cortical del hemisferio dirigiéndose hacia atrás y arriba con algunas sinuosidades dando origen a sus colaterales para agotarse a nivel del pliegue curvo con la arteria del mismo nombre (4).

Por lo tanto, la arteria cerebral media forma parte del tramo terminal de la arteria



carótida interna; discurre horizontalmente sobre las alas del esfenoides en la base del cráneo, luego se curva hacia arriba y discurre a través del agujero de Silvio. Sus ramas aportan cerca del 80% del flujo sanguíneo a los hemisferios cerebrales. La arteria cerebral media en su trayecto va a irrigar a dos partes importantes de la masa encefálica, la primera es la rama basilar que irriga a dos partes importantes de la masa encefálica, la primera es la rama basilar que irriga en gran porcentaje del núcleo caudado y del tálamo y la segunda rama que irriga gran porcentaje de la corteza cerebral (4).

La arteria cerebral media es una eminente rama del círculo de Willis que puede ser observada fácilmente con el mapeo Doppler a color. El trayecto de la arteria cerebral media se ha dividido en 4 segmentos: M1, M2, M3, M4; el segmento M1 es el más próximo al círculo de Willis y se encuentra antes de la bifurcación de la arteria cerebral media y este segmento tiene un diámetro que se mantiene relativamente constante en condiciones patológicas fisiológicas; y es donde la mayoría de interrogantes Doppler se realizan (4).

La arteria cerebral media se divide en cuatro segmentos: el esfenoidal o M1, el insular o M2, el opercular o M3 y el cortical o M4. El segmento M1 genera múltiples perforantes, denominadas arterias lenticuloestriadas, que penetran la sustancia perforada anterior para suplir la capsula interna, el cuerpo y la cabeza del núcleo caudado y la parte lateral del globo pallidus. En algunos pacientes, el segmento M1 genera ramas corticales tempranas hacia los lóbulos frontal y temporal. El infarto en la distribución de este segmento produce hemiplejía espástica contralateral, asociada a un alta de mortalidad. El segmento M2 genera dos ramas mayores, la superior y la inferior, que suplen áreas frontales y temporales. El compromiso isquémico de estos segmentos genera hemiparesia que afecta de manera más importantes la cara y el brazo que a la pierna; también puede generar alteraciones del campo visual. La oclusión proximal de M2 genera hemianopsia homónima contralateral, asociada a desviación de la mirada hacia el lado afectado. La obstrucción de la arteria M2 inferior, genera cuadrantopsia homónima superior contralateral. La afasia motora se debe a la lesión isquémica del opérculo frontal del hemisferio dominante, suplido por la rama superior de la arteria cerebral media. La apraxia se debe usualmente al compromiso de la rama superior de M2. Si ocurre en el hemisferio dominante, el paciente tendrá apraxia en ambas extremidades superiores; si el evento ocurre en el hemisferio no dominante, el paciente



presenta un profundo trastorno del espacio izquierdo, así como confusión y delirio. La oclusión de la rama inferior o posterior de la cerebral media produce afasia receptiva, si el giro temporal superior del hemisferio dominante está comprometido. El segmento M3 se origina de los segmentos inferior y superior de M2 y finaliza cuando los vasos distales llegan a la superficie de la cisura de Silvio. Es una rama que suple predominantemente la corteza cerebral. El segmento M4 suple los dos tercios laterales de los hemisferios cerebrales frontal, parietal, temporal y occipital, toda la superficie insular y opercular, la superficie orbital lateral del lóbulo frontal, el polo temporal y la superficie inferior lateral del lóbulo temporal. Las perforantes anteriores pueden originarse de la carótida interna, la coroidea anterior, la cerebral media o la cerebral anterior y suplen los cuernos frontales de los ventrículos laterales, el núcleo caudado, putamen, la capsula interna, el globus pallidus y el tálamo (5).

En circunstancias normales, cuando el flujo sanguíneo cerebral desciende a niveles menores de 18 – 20ml/ 100g/min, la función eléctrica de las células nerviosas comienza a fallar, despertando los mecanismos intrínsecos de incremento en el flujo sanguíneo cerebral que se encuentra mediado por una vasodilatación reactiva altamente eficaz. Dentro de los factores fisiológicos que pueden alterar el flujo sanguíneo del cerebro tenemos a la temperatura, la presión arterial, la presión de perfusión cerebral, la presión parcial de oxígeno arterial (PaO₂), la presión parcial de carbono (PaCO₂), vasodilatadores como el óxido nítrico (NO), vasoconstrictores como la adrenalina, la viscosidad sanguínea y la actividad simpática y parasimpática del sistema nervioso en general (6).

Estudios recientes sobre la repercusión de la altitud sobre la vascularización general y circulación cerebral, resaltan la importancia de una disfunción endotelial inducida por la hipoxia tanto en la circulación sistémica como pulmonar, con un desequilibrio entre vasoconstrictores (por ejemplo, endotelina 1) y vasodilatadores (por ejemplo, óxido nítrico). Estas sustancias, que también están implicadas en otras formas de hipertensión arterial pulmonar, indican que el estudio de las vías moleculares subyacentes a las enfermedades que presentan los individuos sanos en un ambiente hipóxico puede tener futuro (7) (8) (9).

La circulación cerebral en la gran altitud, mediante doppler transcraneal en la



arteria cerebral media, muestra un aumento progresivo del diámetro medio a partir de los 5300 m, comportamiento similar a otros parámetros cerebrales como la velocidad sanguínea, el flujo sanguíneo y la entrega de oxígeno. Sin embargo, estos cambios revirtieron rápidamente cuando se administró oxígeno a 7950 m. Posiblemente la vasodilatación sea el mecanismo regulador para contrarrestar el aumento de la viscosidad sanguínea que produce la aclimatación y favorece la entrega de oxígeno (10).

2.1.3 ECOGRAFIA DOPPLER DE LA ARTERIA CEREBRAL MEDIA

Las técnicas Doppler, con independencia de la variedad de que se trate (pulsado, continuo, color, energía, etc.), se basan en el efecto descrito por el físico austriaco Johann Christian Doppler en el campo de la astrofísica (11).

El efecto Doppler es el cambio en la frecuencia recibida desde un receptor fijo, en relación a una fuente emisora en movimiento. Este principio aplicado al ultrasonido nos permite conocer ondas de velocidad de flujo de un vaso determinado, el ultrasonido emitido con una frecuencia determinada, desde un transductor hacia una columna de partículas sanguíneas en movimiento, será dispersado y reflejada se llama frecuencia Doppler. Como consecuencia, es proporcional a la velocidad de flujo sanguíneo (11).

Si conocemos la frecuencia Doppler, así como el Angulo de insonacion, podemos calcular la velocidad a la que se desplaza un objeto sobre el que se ha hecho incidir un haz ultrasónico. Así pues, mediante el efecto Doppler resulta posible calcular la velocidad de la sangre en el interior de cualquier vaso del organismo, siendo el objeto en movimiento, en este caso, los hematíes (11).

La señal Doppler, una vez procesada, adopta una forma de onda denominada onda de velocidad de flujo. En un fonograma Doppler el eje vertical indica la distribución de frecuencia, y el eje horizontal, el tiempo. La forma de esta depende del vaso estudiado, distinguiéndose claramente el componente sistólico del diastólico; la ecografía Doppler arterial ha demostrado validez y fiabilidad en miembros inferiores y troncos supraarticulares, pero es necesaria una validación individual y del laboratorio, por ser una técnica dependiente del explorador (12).



2.1.4 DOPPLER TRANSCRANEAL

El Doppler transcraneal es una técnica introducida por Aaslid en 1982 ampliamente usada en el momento actual para evaluar la hemodinámica cerebral, permite la monitorización no invasiva del flujo sanguíneo cerebral, mediante la medición de la velocidad de flujo sanguíneo a través del vaso insonado. Es una técnica que ofrece ventajas de ser no invasiva, costo – efectiva y realizable a la cabecera del paciente. Las principales entidades clínicas en las que se utiliza el doppler transcraneal son la hemorragia subaracnoidea, isquemia cerebral y aterosclerosis intracraneal, muerte encefálica, traumatismo cráneo - encefálico e hipertensión intracraneal (13) (14).

De las características hemodinámicas por Eco Doppler, uno de los valores más difundidos es el índice de resistencia desarrollado por Leandre Pourcelot el cual refleja la resistencia al flujo arterial originado por el lecho microvascular distal al sitio de la medición; el índice de pulsatilidad se ha utilizado para evaluar la resistencia vascular periférica; velocidad sistólica pico que es la máxima velocidad que alcanza la onda durante la sístole cardiaca y que se mide en cm/s; velocidad media es el parámetro más utilizado en la práctica clínica y la velocidad diastólica final es registrado por velocidad al final de la diástole (15).

La velocidad media (VM) se calcula automáticamente a partir de la velocidad sistólica pico (VSP) y la (VDF) velocidad diastólica final: $VM = VSP + (VDF \times 2) / 3$. La VM se artefacto por diferentes mecanismos fisiológicos pues aumenta con las elevaciones de la pCO₂, de la presión arterial media (PAM) y con el descenso del hematocrito y disminuye si están son contrarias. De ahí lo importante de tener en cuenta esos tres parámetros cada vez que se mida la VM al realizar un doppler transcraneal. Así mismo, los valores de velocidad pueden estar artefactados por la angulación. De ahí la utilidad de los índices de resistencia (IR) y de pulsatilidad (IP), ya que ambos minimizan el efecto de la misma. El IR se define como la $VSP - VDF / VSP$. El valor normal de IR depende de la edad siendo mayor en el niño prematuro (0.77) y descendiendo gradualmente en el neonato a término (0.65-0.75), llegando a valores similares a los del adulto en torno a los dos años de edad (normal: menor de 0.75). El IP indica la dificultad que encuentra el flujo sanguíneo para avanzar a través del cráneo y por lo tanto, permite hacer una estimación de la PIC (presión intracraneal). El IP es



igual a la VSP-VDF/VM. En neonatos de hasta 10 días de vida el IP puede ser de 1.1 a 1.4; a partir de esa edad desciende progresivamente el IP, considerándose patológicos IP superiores a 1,2 (14).

Como referencia teórica de los valores de normalidad a nivel del mar de la Ecografía Doppler de la ACM en pacientes pediátricos tomamos los presentados por la Sociedad Española de cuidados intensivos pediátricos, el cual presenta valores de referencia de las velocidades en función de la edad a nivel del mar (velocidad sistólica pico: 114+-20, velocidad diastólica final: 46+-9, velocidad media: 74+-14, índice de resistencia: menor a 0,75, índice de pulsatilidad: menor a 1,2); en una rango de edad de 3 meses a 1 año (16).

2.1.5 VENTANA TRANSFONTANELAR

Esta ventana empleada se coloca el transductor inmediatamente por encima de arco zigomático y por delante y ligeramente superior al trago auricular, orientado la sonda ligeramente hacia arriba y hacia anterior, con la marca dirigida hacia el ojo del paciente. La profundidad a la que encontraremos el flujo de los vasos dependerá de la edad del niño. La señal roja (flujo hacia la sonda) que encontramos a una profundidad entre 25-50mm, representa la ACM ipsilateral, que servirá de referencia para localizar el resto. Siguiendo el trayecto de la ACM, a mayor profundidad se encuentra un flujo bidireccional (rojo y azul) que corresponde a la bifurcación de la arteria carótida intracraneal en ACM y arteria cerebral anterior. Si en este momento se dirige el transductor hacia superior y anterior se encuentra a una profundidad entre 25-75mm, una señal del flujo azul que representa al segmento A1 de la ACA ipsilateral. Después de obtener las imágenes de la ACM y ACA, volviendo al punto de la bifurcación carotídea, se orienta el transductor del ecógrafo lentamente hacia posterior y caudal, hasta encontrar el flujo de la arteria cerebral posterior (ACP); a veces previamente se encuentra un flujo que corresponde a la arteria comunicante posterior. El flujo rojo corresponde al segmento P1 de la ACP (55-70mm de profundidad) y el azul al segmento P2 de la ACP (50-65mm de profundidad), la velocidad media (VM) a través de los segmentos de la ACP es menor que en la ACA y ACM (17).



2.2 ANTECEDENTES

2.2.1 A NIVEL INTERNACIONAL

Krishnamurthy, M. Pharande, P. et al. Doppler postnatales de la arteria cerebral media en neonatos con crecimiento restringido. Alemania 2020. Este estudio observacional prospectivo comparo las características Doppler de la arteria cerebral media (ACM) de los recién nacidos con RCIU(N=20) con Doppler prenatales anormales, y recién nacidos AEG(N=20), en el periodo postnatal inmediato. La velocidad sistólica máxima (VSP) de ACM, la velocidad diastólica final (VDF), el índice de pulsatilidad (IP) y el índice de resistencia (IR) fueron medidos el día 1 y el día 3. Los valores de VSP y VDF no fueron significativamente diferentes entre RCIU (media (DE) gestación): 31.4 (3.1) semanas, peso 1205(463) gramos y AEG 31.1 (3.0) semanas; 1668(490) gramos ambos grupos el día 1 y el día 3. Tanto RCIU(30.85(10.02)vs42.12(9.16))cm/s, $p=0.007$ como el grupo AEG(31.77(9.32)vs42.0(8.98)cm/s, $p=0.001$) mostraron un aumento significativo en VSP de la ACM, pero solo el grupo RCIU mostro un aumento significativo en los valores de VDF(7.01(4.23)vs 11.78(4.98) $p=0.002$) del día 1 al día 3. Esto se asoció con diferencias en IR (0.72 (0.10) vs. 0.79 (0.07), $p=0.01$) y valores de IP (1.36 (0.47) vs. 1.73 (0.4), $p=0.01$) entre los grupos de RCIU y AEG en el día 3. Conclusión: se observaron diferencias significativas en los índices de resistencia y pulsatilidad de la ACM en los primeros días de vida de neonatos con RCIU con Doppler prenatal anormal en comparación con los recién nacidos AEG. Esto puede sugerir una transición retrasada o persistencia de redistribución cerebral en recién nacidos con RCIU (18).

O'Brien, N. Buttram, S. et al. Fisiología Cerebrovascular durante oxigenación de membrana extracorpórea pediátrica: estudio multicéntrico con Doppler transcraneal ultrasonografía. Boston 2019. Estudio prospectivo, observacional, multicéntrico, niños de 1 día a 18 años que requieren oxigenación por membrana extracorpórea. Los participantes se sometieron diariamente a una ecografía Doppler transcraneal de las velocidades bilaterales del flujo de la arteria cerebral media. Se diagnosticó lesión neurológica aguda, convulsiones cerebrales, se detectó hemorragia o isquemia cerebral difusa. 52 niños fueron matriculados y analizados, en los 44 niños sin lesión neurológica aguda, hubo una reducción significativa en la velocidad del flujo sistólico y la velocidad



del flujo promedio en comparación con los valores pronosticados a lo largo del tiempo ($F [8,434] = 60,44; p \leq 0,0001$ y $F [8, 434] = 17,61; p \leq 0.0001$). La velocidad del flujo sistólico de la arteria cerebral media fue menor de lo previsto en los días 1 – 5 de oxigenación por membrana extracorpórea y la velocidad media del flujo fue menor de lo previsto en los días 1-3 de oxigenación con membrana extracorpórea. En los 6 lactantes menores de 90 días que padecen isquemia cerebral difusa, la velocidad del flujo sistólico de la arteria cerebral media, la velocidad del flujo media y la velocidad del flujo diastólico de los días 1-9 de oxigenación con membrana extracorpórea no fueron significativamente diferentes en comparación con los niños de edad similar en el cohorte que no sufrió lesión neurológica aguda en el cohorte (velocidad de flujo sistólico $F [8, 52] = 0.6659; p = 0.07$ y velocidad de flujo diastólico $F [8, 52] = 1.4; p = 0.21$ y velocidad de flujo media $F [8,52] = 1.93; p = 0.07$). El índice de pulsatilidad fue mayor en estos lactantes con el tiempo que en los niños de edad similar con oxigenación por membrana extracorpórea que no sufrió daño neurológico agudo en el cohorte ($F [8, 52] = 3.1; p = 0.006$). Ningún paciente en el estudio experimento hemorragia cerebral. Conclusiones: las velocidades de flujo en las arterias cerebrales medias de los niños que requieren oxigenación por membrana extracorpórea son valores significativamente inferiores a los valores normativos publicados para niños críticamente enfermos, ventilados mecánicamente y sedados (VSP: 103(24) , VM: 58(15) , VDF: 30(10) , IP: 1.25(0.23) ; no se identificaron diferencias significativas en la medida de la velocidad de flujo sistólico y la velocidad de flujo media en niños que sufren lesiones isquémicas en comparación con aquellos que no lo hicieron. Sin embargo, el aumento del índice de pulsatilidad puede ser un marcador de lesión isquémica en bebés pequeños con oxigenación por membrana extracorpórea (19).

O'Brien NF. Valores de referencia para las velocidades del Flujo Sanguíneo Cerebral en Niños críticamente enfermos y sedados. EEUU 2015. Se realizó un estudio prospectivo observacional de cohorte. Se excluyeron los niños con afecciones neurológicas agudas o crónicas conocidas o sospechadas. Los participantes se sometieron a la medición de TCD de las velocidades del flujo de la arteria cerebral media y basilar. Objetivo: La ecografía Doppler transcraneal (TCD) se utiliza cada vez más en la unidad de cuidados intensivos pediátricos para evaluar la hemodinámica cerebral durante una enfermedad crítica. Sin embargo, hasta la fecha no se han publicado datos normativos en esta población de pacientes. Por lo tanto, nuestro



objetivo fue describir las velocidades del flujo sanguíneo cerebral anterior y posterior en niños críticamente enfermos sometidos a ventilación mecánica y sedación. Resultados: Se inscribieron ciento cuarenta niños recién nacidos hasta los 17 años. En niños sedados y ventilados mecánicamente de 3 a 35 meses de edad, las velocidades de flujo sistólico de la ACM fueron 10% más bajas (no significativo) y las velocidades de flujo medio y diastólica fueron 22 y 37.5% más bajas ($p = 0.0003$ para VM $p = <0.0001$ para VDF). En lactantes <90 días, VSP se redujo en un 3% (ns), VM en un 10% (ns) y Vd en 21% ($p = 0.01$) (Fig. 2). Que los controles publicados (VSP: 103(24), VM: 58(15), VDF: 30(10), IP: 1.25 (0.23). Los valores medidos fueron más bajos en esta cohorte de niños que las velocidades de flujo cerebral publicadas previamente de niños normales y sanos. Conclusiones: Las velocidades de flujo sanguíneo cerebral de las arterias cerebrales basales en niños críticamente enfermos, ventilados mecánicamente y sedados son más bajas que en niños sanos de la misma edad y sexo publicados en estudios previos. Como tal, los valores de velocidad de flujo sanguíneo cerebral informados aquí pueden servir como un punto de referencia más preciso cuando se usa TCD como herramienta clínica para diagnosticar anomalías del flujo sanguíneo cerebral y guiar la terapia en esta población de pacientes (20).

Trabold F, et al. El valor pronóstico de los estudios Doppler transcraneales en niños con traumatismos craneoencefálicos moderado y grave. Francia 2004, estudiaron treinta y seis pacientes con un diagnóstico prehospitalario de traumatismo craneoencefálico moderado o severo, durante un periodo de 6 meses, al llegar a emergencia se realizó el Doppler transcraneal (TCD) y se registraron las velocidades diastólicas final y la velocidad media, índice de pulsatilidad y resistencia de la arteria cerebral media. También se calcularon el puntaje de trauma pediátrico y escala de coma de Glasgow (GCS), se diferenciaron dos grupos: buen pronóstico (grupo 1), mal pronóstico (grupo2). Describieron en el primer grupo como resultado lo siguiente: velocidad sistólica máxima de 96(28), velocidad diastólica final 38(11), velocidad media 56(18), índice de resistencia 0.59 (0.09), índice de pulsatilidad 1.08 (0.31) y en el segundo grupo velocidad sistólica máxima de 77(21), velocidad diastólica final 16(11), velocidad media 35(13), índice de resistencia 0.79 (0.10), índice de pulsatilidad 1.97 (0.73) (1).



Martínez A, et al. Utilidad del Doppler transcraneal España 2004, realizaron mediante un equipo de Doppler con un emisor-receptor pulsado a 2 MHz, que permite la insonación de la arteria cerebral media (ACM). El transductor se aplica a través de una zona del cráneo de menor grosor, que se denominan ventanas, después del periodo neonatal en adelante, la ventana más utilizada es la ventana transtemporal. Los valores normales de velocidad media (VM), índice de pulsatilidad (IP) e índice de resistencia se modifican con la edad, así de los 3 – 9 meses la ACM tiene una VM de 74(14) y un IP de 0.7 – 1. Los valores más bajos de VM y más elevados de IP e IR se obtienen en recién nacidos. En el primer mes, se produce un incremento importante en la VM con caída de las resistencias. Las velocidades continúan aumentando hasta alcanzar un pico máximo hacia los 6 años (21).

Shambaļ S, et al. Dependencia de la edad de los parámetros Doppler en las arterias cerebrales basales evaluadas por ecografía dúplex transcraneal. Datos de referencia de 290 voluntarios. Alemania 2003, investigaron 290 individuos sanos (edad de 0 a 91 años) a través de la ventana de ultrasonido temporal y transnucal. Se midieron las velocidades de flujo con corrección de ángulo y los índices de resistencia de las arterias cerebrales basales. Obtuvieron que las velocidades de flujo aumentan rápidamente en los niños (desde los 3 años hasta la pubertad) y disminuyen gradualmente con el aumento de la edad, y en Viceversa, los índices de resistencia disminuyen en los niños y aumentan en las personas mayores. Reportaron para la arteria cerebral media en lactantes de 0 a 2 años, Velocidad sistólica pico de 104(41), y velocidad media de 62 (22).

Bode H, et al. Dependencia de la edad de las velocidades de flujo en las arterias cerebrales basales. 1988 Alemania. Se realizó un estudio longitudinal en 25 recién nacidos sanos durante los primeros 20 días de vida, y se realizó un estudio transversal en 112 niños sanos entre 1 día y 18 años de edad. Se encontró un rápido aumento lineal de las velocidades de flujo dentro de los primeros 20 días con velocidades más altas en los recién nacidos de mayor peso al nacer y edad gestacional. Nuestros resultados respaldan la hipótesis de una disminución de la resistencia cerebrovascular durante la infancia. Reportaron en lactantes de 3 a 9 meses velocidad media de la ACM de 74(14), velocidad de flujo sistólica máximo 114 (20), velocidad de flujo máximo diastólico 46 (23).



2.2.2 A NIVEL LATINOAMERICANO

Neira P., Monteverde E., Moreno E. Doppler transcraneal en pacientes pediátricos críticamente enfermos. Argentina 2012. En un artículo de revisión describieron que el acceso a las estructuras vasculares del polígono de Willis se realiza a través de las denominadas “ventanas sónicas”, zonas del cráneo que, por sus características estructurales, presentan una gran transparencia a los ultrasonidos. Las ventanas más empleadas son la temporal (que permite identificar la arteria cerebral anterior, cerebral media, cerebral posterior y carótida terminal), la oftálmica (para la arteria oftálmica y el sífon carotideo) y la foraminal (arteria vertebral y basilar). La ventana temporal se localiza en el hueso temporal justamente encima del arco cigomático y, a su vez, se subdivide en tres regiones: anterior, media y posterior. Esta ventana permite la separación espacial de la circulación anterior y posterior. El análisis fundamental del monograma se refiere a la cuantificación del flujo sistólico, del flujo a nivel del final de la diástole y las velocidades medias. El pico de velocidad sistólica corresponde a la máxima velocidad de flujo registrada en la sístole durante la fase de contracción ventricular. El flujo diastólico es registrado como la velocidad sanguínea justamente antes del comienzo de la fase de aceleración sistólica. La velocidad media es calculada automáticamente. La pulsatilidad se describe como el grado de variabilidad de las velocidades a lo largo de todo el ciclo cardíaco. La diferencia relativa de velocidades dependerá fundamentalmente de las resistencias vasculares periféricas del cerebro. Se la puede cuantificar usando diversos índices, aunque los más utilizados son el índice de pulsatilidad (IP) de Gosling y el índice de resistencia de Pourcelot. Los valores tomados como referencia en este trabajo presentan valores de velocidad media en cm/s de 74 ± 14 en lactantes de 3 a 11 meses de edad extraído de BodeH, et al: Arch Dis Chile: 1988. La permanencia de la fontanela anterior en los niños permite detectar la arteria cerebral anterior a través de ella, y se aconseja utilizar la ventana temporal para la insonación de la arteria cerebral media, debido al ángulo de la incidencia. Asimismo, desde esta ventana foraminal, se puede acceder a la porción intracraneal de la arteria vertebral y de la arteria basilar cuando se logra flexionar la cabeza sobre el esternón. Durante el período pediátrico, especialmente en el primer año de vida, la edad tiene una tremenda influencia en los parámetros del DTC. Las velocidades de flujo aumentan en forma lineal durante los dos primeros meses de vida, y alcanzan un pico máximo alrededor de los 6 años, llegan hasta casi cuatro veces el valor del recién nacido. En dicho artículo de



revisión se describen valores normales de velocidad media y profundidad de arteria cerebral media los cuales son (VSP: 114+-20; VDF: 46+-9; VM: 74+-14; IP: menor a 1,2; IR: menor a 0,75) y profundidad 30mm (24).

2.2.3 A NIVEL NACIONAL

A nivel nacional y regional no encontramos trabajo reportado, se han buscado las bases de datos para hallazgos en la altitud y en pacientes pediátricos sin encontrar evidencia al momento.



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 TIPO DE ESTUDIO

El estudio se define como descriptivo, analítico, prospectivo y comparativo (25).

3.1.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA:

El trabajo fue ejecutado en el Hospital III Juliaca, a 3824 m s.n.m. en los Servicios de Pediatría y Ecografía de diciembre del 2019 a marzo del 2020.

3.2 POBLACION Y MUESTRA

3.2.1 POBLACION

La población de estudio estuvo constituida por lactantes de 6 meses de edad clínicamente sanos que acudieron a sus controles en el Hospital III EsSalud Juliaca durante diciembre 2019 a marzo 2020.

3.2.2 MUESTRA

La muestra incluyo la totalidad de la población, es decir la totalidad de lactantes de 6 meses de edad elegidos bajo criterios de inclusión y exclusión, con consentimiento informado firmado por sus padres, siendo un total de 26 lactantes de seis meses. Correspondiendo a un muestreo no probabilístico intencional (25).

CRITERIOS DE INCLUSION Y EXCLUSION

A) CRITERIOS DE INCLUSION:

- Lactantes de 6 meses de edad nacidos a una altitud de 3824 m.s.n.m que resida en la zona.



- Lactantes de 6 meses de edad eutróficos dentro de la tabla de la OMS para la edad.
- Lactantes que acuden a consultorio externo de pediatría y CRED para sus controles.
- Lactantes de 6 meses de edad de ambos sexos.
- Lactantes con diagnóstico clínicamente sano.

B) CRITERIOS DE EXCLUSION:

- Lactantes con comorbilidades crónicas y con desnutrición.
- Lactantes con diagnóstico de anemia infantil.
- Lactantes con malformaciones congénitas, cardiacas, vasculares y patología neurológica (Hidrocefalia, meningitis, otros).

3.3 TECNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS:

3.3.1 TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS:

Se solicitaron los permisos respectivos para la ejecución del proyecto de investigación a las instancias correspondientes.

Se obtuvo el permiso del comité de ética del Hospital III EsSalud Juliaca, con la emisión de la resolución respectiva. (**Anexo 1**)

Se coordinó con los servicios de Pediatría, CRED y Ecografía para identificación de los niños clínicamente sanos y para los procedimientos de Ecografía Doppler de modelo Mindray DC-N3 PRO validado por la comisión de ética Hospital III EsSalud Juliaca y el profesional correspondiente.

Se identificó con un código a cada uno de los lactantes con una edad de 6 meses de manera rigurosa, verificando el cumplimiento de criterio de inclusión y exclusión, registrándose también datos generales, nombres apellidos, edad y sexo.

Una vez identificados los niños se solicitó a las madres que firmen el consentimiento informado, explicando que la evaluación a la que se someterán los



lactantes era inocua para su salud, que los investigadores se comprometían en no divulgar la información obtenida y que podían retirarse del estudio si así lo quisieran. Se citó a los lactantes para el día específico de su ecografía. **(Anexo 2)**

En el instrumento de recojo de información previamente elaborado se consignó los hallazgos y dato específicos del estudio; referente a las características morfológicas: calibre, trayecto, alteraciones; y características hemodinámicas: velocidad media, volumen sistólico final, volumen diastólico final, índice de pulsatilidad e índice de resistencia. **(Anexo 3)**

La Ecografía Doppler Transcraneal fue efectuada a través de la ventana acústica mastoidea en cada lactante repitiéndose el procedimiento para la arteria cerebral media derecha e izquierda. Se colocó el transductor inmediatamente por encima de la región mastoidea correspondiente, orientando la sonda ligeramente hacia arriba y hacia adelante, con la marca dirigida hacia el ojo del paciente. La profundidad a la que encontraremos el flujo dependerá de la edad del niño, una vez encontrada la arteria cerebral media se observó sus características. **(Anexo 4)**

3.3.2 TECNICA DE ANALISIS E INTERPRETACION DE DATOS

Se observó y describió las morfologías (calibre, trayecto y alteraciones vasculares) y variables hemodinámicas (VM, VSP, VDF, IR, IP) y su modificación a una altitud de 3824 m s.n.m. comparando con lo hallado a nivel mar.

Los cálculos del comportamiento hemodinámico se obtuvieron mediante las siguientes formulas: velocidad media: $VM = VSP + (VDF \times 2) / 3$, índice de resistencia: $IR = VSP - VDF / VSP$, índice de pulsatilidad: $IP = VSP - VDF / VM$.

Se construyó una base de datos para procesar la información encontrada.

En referencia a nuestro tercer objetivo empleamos las tablas propuestas por Bode, H, en razón de que la mayoría de estudiosos del tema emplean estos valores y los van replicando en los diferentes estudios, las investigaciones de Bode, H. establece valores en niños de 3 meses a un año y de manera conjunta sin diferenciación de sexos (23).



ANALISIS ESTADISTICO

Se empleó el paquete estadístico SPSS versión 24 para Windows para datos cuantitativos y cualitativos, las variables numéricas se analizaron mediante prueba de chi cuadrado para las características anatómicas y hemodinámicas de la arteria cerebral media; además odds ratio (OR) para análisis bivariado con un valor de p 2 colas de < 0.05 para encontrar si existía o no, diferencia significativa entre valores hallados en altitud y cifras a nivel del mar.

3.4 ASPECTOS ETICOS

Por la naturaleza del trabajo, se tuvo contacto directo con el paciente, no se utilizarán procedimientos invasivos ni se administran fármacos a los sujetos de estudio con el propósito de practicar el procedimiento (**Anexo 5**). En todo momento se respetaron los derechos de los lactantes, prevaleciendo sus intereses por sobre los de la ciencia y la sociedad.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS:

Tabla 1: Características morfológicas de la ACM derecha: calibre, por Eco – Doppler en Lactantes de 6 meses a 3824 m s.n.m.

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|--------------|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| ACMD (mm) | 2,2 | 2 | 7,7 | 7,7 | 7,7 |
| | 2,5 | 4 | 15,4 | 15,4 | 23,1 |
| | 2,6 | 4 | 15,4 | 15,4 | 38,5 |
| | 2,7 | 8 | 30,8 | 30,8 | 69,2 |
| | 2,8 | 2 | 7,7 | 7,7 | 76,9 |
| | 2,9 | 2 | 7,7 | 7,7 | 84,6 |
| | 3,0 | 4 | 15,4 | 15,4 | 100,0 |
| | Total | 26 | 100,0 | 100,0 | |

FUENTE: TRABAJO DE INVESTIGACION

Del 100% de casos 30,8% presentan un calibre de 2.7 mm; 15,4% presentan calibre de 2.5, 2.6; 3.0 mm; y 7,7% con calibre de 2.2, 2.8, 2.9 mm. Así mismo estos valores presentan una media de 2.6 y desviación estándar de 0.21.



Tabla 2: Características morfológicas de la ACM izquierda: calibre, por Eco – Doppler en Lactantes de 6 meses a 3824 m s.n.m.

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|--------------|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| ACMI (mm) | 2,4 | 2 | 7,7 | 7,7 | 7,7 |
| | 2,6 | 2 | 7,7 | 7,7 | 15,4 |
| | 2,7 | 8 | 30,8 | 30,8 | 46,2 |
| | 2,8 | 2 | 7,7 | 7,7 | 53,8 |
| | 2,9 | 4 | 15,4 | 15,4 | 69,2 |
| | 3,0 | 6 | 23,1 | 23,1 | 92,3 |
| | 3,1 | 2 | 7,7 | 7,7 | 100,0 |
| | Total | 26 | 100,0 | 100,0 | |

FUENTE: TRABAJO DE INVESTIGACION

Del 100% de casos el 30,8% con calibre de 2,7 mm, 23.1% con calibre de 3,0, y el 7,7% con calibre de 2.4, 2.6, 2.8, y 3.1mm. Así mismo estos valores presentan una media de 2.8 y desviación estándar de 0.19

Tabla 3: Características morfológicas de la ACM: morfología, estenosis, dilatación, trayecto; por Eco – Doppler en Lactantes de 6 meses a 3824 m s.n.m.

| Morfología | | Frecuencia | % | % válido | % acumulado |
|-------------------|-------------|------------|-------|----------|-------------|
| ACM D y ACMI | Conservada | 26 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Estenosis | | Frecuencia | % | % válido | % acumulado |
| ACM D y ACMI | No presenta | 26 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Dilatación | | Frecuencia | % | % válido | % acumulado |
| ACM D y ACMI | No presenta | 26 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Trayecto | | Frecuencia | % | % válido | % acumulado |
| ACM D y ACMI | M2 | 26 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

FUENTE: TRABAJO DE INVESTIGACION

Del 100% de casos, no encontramos alteración en la morfología, estenosis, ni dilataciones. Del 100% de casos observados realizados sobre el segmento M2 de la ACM tanto en el lado derecho e izquierdo, no se encontraron alteraciones en el trayecto de la ACM.

Tabla 4: Características hemodinámicas de la arteria cerebral media por Eco – Doppler en lactantes de 6 meses a 3824 m s.n.m.

| | Sexo | N | Media | Des Es |
|---|-----------|----|-------|--------|
| Velocidad Media (VM) Derecho (cm/s) | Masculino | 14 | 55,51 | 8,85 |
| | Femenino | 12 | 64,90 | 13,81 |
| Velocidad Media (VM) Izquierdo (cm/s) | Masculino | 14 | 63,01 | 12,72 |
| | Femenino | 12 | 64,06 | 13,29 |
| Velocidad Sistólica Pico (VSP) Derecho (cm/s) | Masculino | 14 | 44,85 | 7,26 |
| | Femenino | 12 | 51,33 | 10,91 |
| Velocidad Sistólica Pico (VSP) Izquierdo (cm/s) | Masculino | 14 | 50,57 | 9,81 |
| | Femenino | 12 | 51,66 | 10,40 |
| Velocidad Diastólica Final (VDF) Derecho (cm/s) | Masculino | 14 | 16,00 | 2,66 |
| | Femenino | 12 | 19,00 | 4,43 |
| Velocidad Diastólica Final (VDF) Izquierdo (cm/s) | Masculino | 14 | 18,71 | 4,42 |
| | Femenino | 12 | 18,66 | 4,53 |
| Índice de la Pulsatilidad (IP) Derecho | Masculino | 14 | 0,52 | 0,05 |
| | Femenino | 12 | 0,49 | 0,01 |
| Índice de la Pulsatilidad (IP) Izquierdo | Masculino | 14 | 0,50 | 0,02 |
| | Femenino | 12 | 0,51 | 0,03 |
| Índice de la Resistencia (IR) Derecho | Masculino | 14 | 0,63 | 0,02 |
| | Femenino | 12 | 0,62 | 0,01 |
| Índice de la Resistencia (IR) Izquierdo | Masculino | 14 | 0,62 | 0,02 |
| | Femenino | 12 | 0,63 | 0,02 |

FUENTE: TRABAJO DE INVESTIGACION

Del 100% de casos la VMD en sexo masculino presenta una media de 55,51 y la VMD en sexo femenino 64,90 cm/s; VMI en sexo masculino presenta una media



de 63,01 y la VMI en sexo femenino 64,06cm/s. Presentando en la VMD una media de 59.8 cm/s y una desviación estándar de 12.14; la VMI presenta una media de 63.5cm/s y desviación estándar de 12.74.

VSPD en sexo masculino presenta una media de 44,85 y la VSPD en sexo femenino 51,33cm/s. VSPI en sexo masculino presenta una media de 50,57 y la VSPI en sexo femenino 51,66 cm/s. Presentando en la VSPD una media de 47.8 cm/s y una desviación estándar de 9.52; la VSPI presenta una media de 51.0 cm/s y desviación estándar de 9.89.

VDFD en sexo masculino presenta una media de 16,00 y la VDFD en sexo femenino 19,00cm/s. VDFI en sexo masculino presenta una media de 18,71 y la VSPI en sexo femenino 18,66 cm/s. Presentando en la VDFD una media de 17.3 cm/s y una desviación estándar de 3.82; la VDFI presenta una media de 18.6 cm/s y desviación estándar de 4.38.

IPD en sexo masculino presenta una media de 0,52 y la IPD en sexo femenino 0,49. IPI en sexo masculino presenta una media de 0,50 y la IPI en sexo femenino 0,51. Presentando en la IPD una media de 0.50 cm/s y una desviación estándar de 0.04; la IPI presenta una media de 0.50 cm/s y desviación estándar de 0.02.

IRD en sexo masculino presenta una media de 0,63 y la IRD en sexo femenino 0,62. IRI en sexo masculino presenta una media de 0,62 y la IRI en sexo femenino 0,63. Presentando en la IRD una media de 0.63 cm/s y una desviación estándar de 0.02; la IRI presenta una media de 0.63 cm/s y desviación estándar de 0.02.

Tabla 5: Diferencias hemodinámicas y morfológicos de la arteria cerebral media por Eco – Doppler en lactantes de 6 meses a nivel del mar y a una altitud de 3824 m s.n.m.

| | A 3824 m s.n.m. | A nivel del mar (278 m s.n.m.) | p-valor |
|---|------------------------|---------------------------------------|----------------|
| Velocidad Media (VM) Derecho (cm/s) | 60 +- 12 | 74 +- 14 | 0,226 |
| Velocidad Media (VM) Izquierdo (cm/s) | 64 +-13 | 74 +- 14 | 0,394 |
| Velocidad Sistólica Pico (VSP) Derecho (cm/s) | 48 +- 10 | 114 +- 20 | 0,002 |
| Velocidad Sistólica Pico (VSP) Izquierdo (cm/s) | 51 +- 10 | 114 +- 20 | 0,009 |
| Velocidad Diastólica Final (VDF) Derecho (cm/s) | 17 +- 4 | 46 +- 9 | 0,0002 |
| Velocidad Diastólica Final (VDF) Izquierdo (cm/s) | 19 +- 4 | 46 +- 9 | 0,0008 |
| Índice de la Pulsatilidad (IP) Derecho | < 0.64 | < 1.2 | 1 |
| Índice de la Pulsatilidad (IP) Izquierdo | < 0.58 | < 1.2 | 1 |
| Índice de la Resistencia (IR) Derecho | < 0.69 | <0.75 | 1 |
| Índice de la Resistencia (IR) Izquierdo | <0.69 | <0.75 | 1 |

Del 100% la VMD a 3824 m s.n.m. 60+-12 cm/s y VMI es 64+-13 cm/s a nivel del mar 74+-14 cm/s para ambos casos.



A 3824 m s.n.m.: la VSPD 48 +-10 cm/s y VSPI es 51+-10 cm/s a nivel del mar VSP es 114+-20 cm/s para ambos casos.

A 3824 m s.n.m.: VDFD 17+-4 cm/s y VDFI es 19+-4 cm/s a nivel del mar VDF es 46+-9 cm/s para ambos casos.

A 3824 m s.n.m.: IPD <0.64 y IPI es < 0.58; a nivel del mar <1.2 para ambos casos.

A 3824 m s.n.m.: IRD <0.69 y IRI es < 0.69; a nivel del mar <0.75 para ambos casos.

4.2 DISCUSION

En el presente trabajo de investigación científica encontramos los siguientes resultados: Características de la Arteria Cerebral Media por Eco Doppler en Lactantes de 6 meses a 3824 m s.n.m. Hospital III EsSalud Juliaca – 2020; realizado sobre una población de 26 lactantes, 12 mujeres y 14 varones. Planteamos las siguientes hipótesis: Dadas las condiciones de aclimatación del habitante de altura, los lactantes muestran diferencia significativa en morfología y hemodinámica en la Arteria Cerebral Media a una Altitud de 3824 m s.n.m. encontramos los siguientes resultados.

Al determinar las características morfológicas de la Arteria Cerebral Media por Eco Doppler en lactantes de 6 meses a 3824 m s.n.m. con un abordaje en el segmento M2 encontramos que un 30,8% presentan un calibre de 2.7 mm; tanto al lado derecho como al lado izquierdo; calibres fluctuantes entre 2.2 y 3,1mm se encuentran en menor porcentaje

No encontramos alteración en la morfología, estenosis, ni dilataciones. En lactantes a los seis meses en la totalidad de los casos observados. Por otro lado existe muy poca información respecto a descripción de la ACM en niños y en lactantes en condiciones de altitud e incluso a nivel del mar. En adultos la ACM por su calibre (3-4mm) y valor funcional se la denomina acertadamente como la arteria de la vida de relación y es el eje vascular del cerebro (1). Existe pobre referencia incluso en adultos nativos de altitud.



En relación a las características hemodinámicas de la Arteria Cerebral Media por Eco Doppler en lactantes de 6 meses a 3824 m s.n.m. La VMD en el sexo masculino presenta una media de 55,51 y la VMD en el sexo femenino 64,90; VMI en el sexo masculino presenta una media de 63,01 y la VMI en el sexo femenino 64,06. La coincidencia con O'Brien N., Buttram S. et al en su estudio comparativo de valores de referencia para las velocidades del Flujo Sanguíneo Cerebral en niños críticamente enfermos y sedados, de 3 a 35 meses emplea valores de referencia VM: 58 (15) (19); es más próxima a nuestros valores en caso de lactantes de sexo masculino, así mismo encontramos que la VM en niñas muestra valores más altos en ambos lados de la ACM en condiciones de altitud, es importante considerar las modificaciones que sufre la vascularización bajo sedación como es en el caso de pacientes incluidos por OBriem , pese a ello encontramos diferencia significativa más aun con relación a las niñas. No nos encontramos en la condición de afirmar variaciones de la VM relacionadas al género en niños en la altitud, pues el diseño de nuestra investigación no lo permite (19).

Neira P., Monteverde E., Moreno E. Doppler transcraneal en pacientes pediátricos encuentran que el índice de pulsatilidad (IP) de Gosling y el índice de resistencia de Pourcelot. Los valores tomados como referencia en este trabajo presentan valores de velocidad media en cm/s de 74 ± 14 en lactantes de 3 a 11 meses de edad extraído de Bode H, et al: Arch Dis Chile:1988 (21). Los aportes de Bode H. al estudio de la vascularización cerebral por la ACM mencionado por Neira difieren de nuestros hallazgos reportando valores más altos (23) (24).

Encontramos que la VSPD en el sexo masculino presenta una media de 44,85 y la VSPD en el sexo femenino 51,33. VSPI en el sexo masculino presenta una media de 50,57 y la VSPI en el sexo femenino 51,66 cm/s. A diferencia de O'Brien N., Buttram S. et al. Fisiología Cerebrovascular en ECMO en niños toma como valor de referencia VSP: 103(24). Encontramos gran diferencia entre los valores de referencia de O'Brien N., Buttram S. et al. Y nuestros hallazgos (19).

Nuestros hallazgos de la VDFD en el sexo masculino presentan una media de 16,00 y la VDFD en el sexo femenino 19,00. La VDFI en el sexo



masculino presenta una media de 18,71 y la VSPI en el sexo femenino 18,66 cm/s. O'Brien, N. Buttram, S. et al. En niños de 1 a 18 años encuentra una VDF: 30(10) (19). Mostrando valores superiores a nuestros hallazgos

Encontramos que para el IPD en el sexo masculino la media es de 0,52 y el IPD en el sexo femenino es 0,49. IPI en el sexo masculino tiene una media de 0,50 y el IPI en el sexo femenino de 0,51. El valor de referencia indicado por O'Brien, N. Buttram, S. et al. Es de IP: 1.25 (0.23) mostrando mínima diferencia en las cifras (19).

El IRD en el sexo masculino presenta una media de 0,63 y el IRD en el sexo femenino es 0,62. El IRI en el sexo masculino presenta una media de 0,62 y el IRI en el sexo femenino 0,63. La Sociedad Española de cuidados intensivos pediátricos, hace referencia a valores a nivel del mar donde el índice de resistencia es menor a 0,75, y el índice de pulsatilidad es menor a 1,2; en un rango de edad de 3 meses a 1 año (16). Teniendo esta referencia nuestros hallazgos se encuentran dentro de lo esperado.

Krishnamurthy, M. Pharande, P. et al. Concluyen que existen diferencias significativas en los índices de resistencia y pulsatilidad de la ACM en los primeros días de vida de neonatos con RCIU con Doppler prenatal anormal en comparación con los recién nacidos AEG. Esto puede sugerir una transición retrasada o persistencia de redistribución cerebral en recién nacidos con RCIU (18).

De las diferencias hemodinámicas y morfológicas de la ACM por Eco – Doppler en lactantes de 6 meses a nivel del mar y a una altitud de 3824 m s.n.m. encontramos: Que la VM, IP e IR a 3824 m s.n.m. en comparación con investigaciones a nivel del mar presenta un p valor mayor a 0,05 por lo tanto no existe diferencia significativa, tomando en consideración lo indicado por Martínez A, et al. Que encuentra que los valores normales de velocidad media (VM), índice de pulsatilidad (IP) e índice de resistencia se modifican con la edad, así de los 3 – 9 meses la ACM tiene una VM de 74 (14) y un IP de 0.7 – 1. Los valores más bajos de VM y más elevados de IP e IR se obtienen en recién nacidos. En el primer mes, se produce un incremento importante en la VM con caída de las



resistencias. Las velocidades continúan aumentando hasta alcanzar un pico máximo hacia los 6 años (18). Shambal, S, et al. Los índices de resistencia disminuyen en los niños y aumentan en las personas mayores. Reportaron para la arteria cerebral media en lactantes de 0 a 2 años, Velocidad sistólica pico de 104(41), y velocidad media de 62 (19). Entonces podríamos afirmar que esta evolución de la VM y los IP e IR requieren un seguimiento más exacto en la altitud mientras tanto no encontramos DS entre valores de la altitud y el llano (22).

La VSP y VDF a 3824 m s.n.m. en comparación con investigaciones a nivel del mar presenta un p valor $< 0,05$ por lo tanto si se encuentra diferencia significativa. Shambal, S, et al. Obtuvieron que las velocidades de flujo aumentan rápidamente en los niños (desde los 3 años hasta la pubertad) y disminuyen gradualmente con el aumento de la edad, y en viceversa (22).

Bode H, et al. En su trabajo Dependencia de la edad de las velocidades de flujo en las AC basales en una población desde el día 1 hasta los 18 años encontró un rápido aumento lineal de las velocidades de flujo dentro de los primeros 20 días con velocidades más altas en los RN de mayor peso al nacer y edad gestacional. Encuentra una disminución de la resistencia cerebrovascular durante la infancia, establece valores de referencia a nivel del mar los mismos que son citados en investigaciones posteriores, por numerosos autores, con una población de lactantes de 3 a 9 meses encuentra: velocidad media de la ACM de 74(14), velocidad de flujo sistólica máximo 114 (20), velocidad de flujo máximo diastólico 46 (20). Al comparar nuestros hallazgos a 3824 m s,n,m.con los encontrados por Bode H. et al. Reportamos la existencia de DS en VSP y VDF en niños de 6 meses a una altura de 3824 m s.n.m (23).

Referente a los valores encontrados en nuestro estudio, siendo estos inferiores a los valores del nivel del mar, según Ortiz E. en estado de hipoxia. El flujo sanguíneo cerebral incrementa el doble a pesar de la hipocapnea continua que se puede presentar, en este sentido es importante entender la dinámica entre el flujo sanguíneo cerebral y la hipoxia, como desencadenante de hiperactividad cerebral compensatoria, posterior a este estado de hipoxia aguda, el flujo



sanguíneo cerebral comienza su retorno hacia los niveles basales, dejando a otros mecanismos con la función compensatoria de mejorar la oxigenación cerebral. Por ende, los habitantes a nivel del mar presentan un aumento de flujo sanguíneo cerebral (6).



V. CONCLUSIONES

1. Las características morfológicas y hemodinámicas de la arteria cerebral media en lactantes de 6 meses a 3824 m s.n.m. presenta ausencia de alteraciones en su morfología, con un calibre de 3,7mm; las características hemodinámicas presentan valores inferiores respecto a los valores de referencia.

2. Las características morfológicas de la Arteria Cerebral Media por Eco Doppler en lactantes de 6 meses a 3824 m s.n.m. con un abordaje en el segmento M2 de la arteria, encontramos que un 30,8% presentan un calibre de 2.7 mm; a derecha e izquierda; en los casos estudiados no encontramos alteración en la morfología, estenosis, dilataciones, ni trayecto.

3. De las características hemodinámicas de la Arteria Cerebral Media por Eco Doppler: la velocidad media muestra valores inferiores, y las niñas muestran valores más altos en relación a los varones en ambos lados de la arteria cerebral media.

4. La velocidad sistólica pico muestra gran diferencia con valores muy por debajo de los reportados en lactantes. La velocidad diastólica final muestra también valores inferiores a los reportados. El índice de pulsatilidad e índice de resistencia encontramos valores inferiores pero que aún están dentro de los rangos reportados.

5. De las diferencias hemodinámicas y morfológicas de la arteria cerebral media por Eco – Doppler en lactantes de 6 meses a nivel del mar y a una altitud de 3824 m s.n.m. Reportamos la existencia de diferencia significativa en valores de la velocidad sistólica pico y velocidad diastólica final. A diferencia de la velocidad media, índice de pulsatilidad e índice de resistencia; donde no se encuentra significancia. Según estas características obtenidas las cuales son inferiores a comparación del nivel del mar, no podemos afirmar que en altitud exista una disminución en el flujo sanguíneo cerebral.



VI. RECOMENDACIONES

1. Este primer hallazgo nos motiva realizar estudios con poblaciones más grandes de niños, y en diferentes grupos etarios que empiecen a mostrarnos los procesos hemodinámicos y morfológicos del hombre en la altitud. Nuestro estudio de la morfología solo abarca el segmento M2 de la ACM por lo tanto se debe realizar un estudio en la totalidad de los segmentos.

2. Nuestros hallazgos son aportes iniciales necesarios para observar como estos valores se comportan en condiciones fisiológicas y patológicas en lo niños a determinada altitud y ampliar del conocimiento científico, impulsamos a un mayor conocimiento científico del tema en el Área Pediátrica, con diseño prospectivo, multicéntrico que reporten de la hemodinámica y sus variantes en el llano y la altitud.

3. Las instituciones académicas y asistenciales deben brindar facilidades a la realización de trabajos de esta índole con apoyo en tecnología de punta es necesario contar con equipos de Eco Doppler de última generación, para tener presencia científica y favorecer las publicaciones de trabajos originales en la investigación en el Área Pediátrica en la altitud.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Trabold F, Meyer P, Blanot S, et al. The prognostic value of transcranial Doppler studies in children with moderate and severe head injury. *Intensive Care Med.* Francia. 2004(1); 5
2. Bode H, y Wais U, Age Dependence of Flow Velocities In Basal Cerebral Arteries. *Archives of Disease in Childhood*, Alemania. 1988, 63, 606-611.
3. Alicia M, et al. SECIP G de TE. Neuroecografía en el paciente crítico pediátrico.
4. Strejilevich L. circulación cerebral, anatomia funcional y patologica. Editor Acad española. 2016;1(Alemania).
5. Fernández J. Anatomía básica cerebral para el cardiólogo intervencionista. 2009;(2).
6. Ortiz E, Unigarro L. Oxigenación y Flujo Sanguíneo Cerebral , Revisión Comprensiva de la Literatura . A Comprehensive Literature Review . 2018;27(1).
7. Chavala M. Un viaje entre la hipoxia de la gran altitud y la hipoxia narnos en la del enfermo crítico : ¿ qué puede ense ~ compresión y manejo de las enfermedades críticas ? 2018;42(6):380–90.
8. Berger M, Hesse C, Dehnert C, Siedler H, Kleinbongard P, Bardenheuer H, et al. Hypoxia impairs systemic endothelial function in individuals prone to high-altitude pulmonary edema. *Am J Respir Crit Care Med.* 2005;172(6):763–7.
9. Bailey D, Dehnert C, Luks A, Menold E, Castell C, Schendler G, et al. High-altitude pulmonary hypertension is associated with a free radical-mediated reduction in pulmonary nitric oxide bioavailability. *J Physiol.* 2010;588(23):4837–47.
10. Wilson M, Edsell M, Davagnanam I, Hirani S, Martin D, Levett D, et al. Cerebral artery dilatation maintains cerebral oxygenation at extreme altitude and in acute hypoxia an ultrasound and MRI study. *J Cereb Blood Flow Metab* [Internet]. 2011;31(10):2019–29. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/jcbfm.2011.81>
11. Alfirevic Z, Neilson J. Doppler ultrasonography in high-risk pregnancies: Systematic review with meta-analysis. *Am J Obstet Gynecol.*



- 1995;172(5):1379–87.
12. Carrera J, Figueras F, Antolín E. Hemodinamia fetal: Estudio mediante Doppler. *Clin Invest Ginecol Obstet*. 2003;30(8):242–69.
 13. Schatlo B, Pluta R. Clinical Applications of Transcranial Doppler Sonography. *Rev Recent Clin Trials*. 2008;2(1):49–57.
 14. Kirkham F, Padayachee T, Parsons S, Seargeant L, House F, Gosling R. Transcranial measurement of blood velocities in the basal cerebral arteries using pulsed Doppler ultrasound: Velocity as an index of flow. *Ultrasound Med Biol*. 1986;12(1):15–21.
 15. Diaz M. Aplicaciones ultrasonográficas en neuromonitoreo: Doppler transcraneal. *Revis. Mex Anest. Mexico* 2017 (40)5.
 16. Alicia M, et al. SECIP G de TE. Neuroecografía en el paciente crítico pediátrico.
 17. Bishop C, Powell S, Rutt D, Browse N. Transcranial doppler measurement of middle cerebral artery blood flow velocity: A validation study. *Stroke*. 1986;17(5):913–5.
 18. Krishnamurthy M, Pharande P, Whiteley G. et al. Postnatal middle cerebral artery Dopplers in growth-restricted neonates. *European Journal of Pediatrics*. Alemania 2020 (4)7.
 19. O'Brien N, Buttram S, Maa T, Lovett M, Reuter-Rice K, Larovere K. Cerebrovascular physiology during pediatric extracorporeal membrane oxygenation: A multicenter study using transcranial doppler ultrasonography. *Pediatr Crit Care Med*. 2019;20(2):178–86.
 20. O'Brien N. Reference values for cerebral blood flow velocities in critically ill, sedated children. *Child's Nerv Syst*. 2015;31(12):2269–76.
 21. Martínez A, y Jiménez R, utilidad del doppler transcraneal. *an pediatr contin España*. 2004; 2(6):374-8
 22. Shambal S, Grehl H, Zierz S, et al. Altersabhängigkeit Dopplersonographischer parameter der basalen intrakrainellen Arterien in der transkraniellen Farbduplexsonographie Eine Studie An 290 Gesunden Probanden. *Fortschr Neurol Psychiat*. Alemania. 2003: 71:271-277.
 23. Bode H, y Wais U, Age Dependence of Flow Velocities In Basal Cerebral Arteries. *Archives of Disease in Childhood*, Alemania. 1988, 63, 606-611.
 24. Neira P, Monteverde E, Moreno E. Doppler transcraneal en pacientes



pediátricos críticamente enfermos. 2008;1330(1425):10–5.

25. Hernández R, Fernández C, Baptista M. Metodología De La Investigación.
McGraw-Hill. México 2010 (5); 736.



ANEXOS

ANEXO 1: PERMISO DEL COMITÉ DE ÉTICA DEL HOSPITAL III ESSALUD JULIACA.

| DICTAMEN DE COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN | |
|--|---|
| Acuerdo de Comisión de Ética Acta N° 7 del 20 de diciembre de 2019 Resolución de Conformación de Ética N°50GRAJUL-ESSALUD-2020 | |
| 1° Proyecto de Investigación: | |
| 1. Título: <u>Características morfológicas y hemodinámicas de la arteria cerebral media en lactantes de 6 meses a 3824 msnm Hospital Essalud III, Juliaca, 2020</u> | |
| 2. Código de protocolo: 2299-2019-1404 | |
| 3. Investigador Principal: | |
| a. Pedro Edson Ramos Parí | |
| 4. Co - Investigador : | |
| a. Dra. Tania Roxana Aguilar Portugal | |
| 5. Institución: Universidad Nacional del Altiplano, Puno | |
| 2° Diseño de Estudio: | 3° Fuente de Datos |
| 1. Observacional | 1. Primarios <input checked="" type="checkbox"/> |
| a. Exploratorio <input type="checkbox"/> | 2. Secundarios <input type="checkbox"/> |
| b. Descriptivo <input checked="" type="checkbox"/> | |
| c. Analítico <input type="checkbox"/> | 4° Del tipo de Intervención |
| 2. Cuasi experimental <input type="checkbox"/> | 1. Sin Intervención <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3. Experimental <input type="checkbox"/> | 2. Con Intervención <input type="checkbox"/> |
| 5° Conclusión: | |
| El Comité de Ética e Investigación Dictamina que el Proyecto de Investigación: <u>Características morfológicas y hemodinámicas de la arteria cerebral media en lactantes de 6 meses a 3824 msnm Hospital Essalud III, Juliaca, 2020</u> | |
| Dictamina: | APROBADO <input checked="" type="checkbox"/> NO APROBADO <input type="checkbox"/> |
| Observaciones: Ninguna. | |
| Juliaca, 17 de enero de 2020 | |
| Dr. OSCAR VEGA HINOJOSA Especialista: Reumatología C.M.P. 17531 - 2011 28764 | Dra. Griselda C. Luna Ramirez CIRUGIA GENERAL C.M.P. 57422 |



ANEXO 2: CONSENTIMIENTO INFORMADO

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PADRES

Estimado Sr. Sra.

Su hijo/hija ha sido invitado a participar en la investigación titulada Características morfológicas y hemodinámicas por Eco Doppler de la Arteria Cerebral Media en Lactantes de 6 meses a Altitud de 3824 m.s.n.m. en el Hospital Es Salud III Juliaca 2020; realizado por el investigador Pedro Edson Ramos Parí, estudiante de la facultad de Medicina Humana de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno y la Dra. Tania Roxana Aguilar Portugal.

El presente es un formulario de consentimiento informado cuyo objetivo es entregar toda la información necesaria para que Ud. Decida si desea o no participar en esta investigación. El investigador hablara con usted acerca de esta información y usted es libre de hacer preguntas en cualquier momento. Si usted está de acuerdo en que su hijo/a participe, se le pedirá que firme este formulario de consentimiento. Y se le dará una copia para la guarde. Por intermedio de este documento se le está solicitando que su hijo/a participe en este estudio, porque se necesita datos sobre el respecto tema de investigación.

El propósito de este estudio es determinar las características morfológicas y hemodinámicas de la Arteria Cerebral Media que consistirá en la colocación del transductor en lado lateral del cráneo obteniendo las características mencionadas.

Si usted no desea que su hijo/a participe no implicara sanción. Además, también puede optar por retirarse de este estudio en cualquier momento y la información que hemos recogido será descartada del estudio y eliminada.

La participación de su hijo/a es totalmente confidencial, ni su nombre ni ningún tipo de información que pueda identificarla aparecerá en los registros del estudio, ya que se utilizaran códigos. El almacenamiento de los códigos estará a cargo del investigador responsable. El participar no tiene costos para su hijo/a y



los resultados del estudio serán utilizados con fines científicos.

Quedando claro los objetivos del estudio, las garantías de confidencialidad y la aclaración de la información, acepto voluntariamente la participación de mi hijo/a en este estudio, firmo autorización.

Yo..... Con número de DNI:
.....; en calidad de Padre o Madre del lactante, manifiesto que he entendido y estoy satisfecha de todas las explicaciones y aclaraciones recibidas sobre el proceso medico citado, Y OTORGO MI CONSENTIMIENTO para que se realice los procedimientos indicados para el presente estudio.

.....

FIRMA Y DNI



DECLARACION DE CONSENTIMIENTO

YO -----IDENTIFICADA CON
DNI -----EN CALIDAD DE MADRE () PADRE ()
APODERADO/TUTOR LEGAL () DEL
PACIENTE.....
CON -----DE EDAD, IDENTIFICADO CON DNI N° -----
----- HISTORIA CLINICA N° -----CCON EL
DIAGNOSTICO DE -----

DECLARO

QUE LA MEDICO: TANIA ROXANA AGUILAR PORTUGAL CON CMP N°
----- Y RNE N° -----ME HAN EXPLICADO LOS
MOTIVOS DEL ESTUDIO Y BENEFICIOS PARA EL CONOCIMIENTO
CIENTIFICO.

HE LEÍDO Y DISCUTIDO LA INFORMACIÓN ANTERIOR CON EL
INVESTIGADOR RESPONSABLE DEL ESTUDIO Y MIS PREGUNTAS
HAN SIDO RESPONDIDAS DE MANERA SATISFACTORIA. PUEDO
REALIZAR PREGUNTAS EN CUALQUIER MOMENTO DE LA
INVESTIGACIÓN.

POR LO TANTO CON LA INFORMACION COMPLETA OPORTUNA Y
SIN PRESION YO VOLUNTARIA Y LIBREMENTE

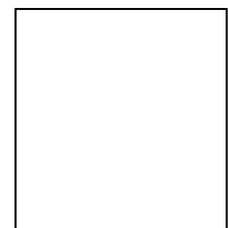
DOY MI CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA REALIZACION
DEL PROCEDIMIENTO DADO A MI HIJO/A. ASI MISMO TENGO
ENTENDIDO QUE EN CUALQUIER MOMENTO PUEDO RETIRAR A MI
HIJO/A DEL ESTUDIO.

JULIACA DE DEL 2020

FIRMA DEL PADRE O REPRESENTANTE LEGAL
.....

NOMBRE:

N° DNI:





REVOCATORIA DE CONSENTIMIENTO

YO -----IDENTIFICADA CON
DNI -----

EN CALIDA DE MADRE () PADRE () APODERADO/TUTOR LEGAL ()
DEL
PACIENTE.....

CON -----DE EDAD, IDENTIFICADO CON DNI N° -----
----- HISTORIA CLINICA N° -----CON EL
DIAGNOSTICO DE -----

DECLARO

QUE DE FORMA LIBRE Y CONCIENTE HE DECIDIDO REVOCAR EL
CONSENTIMIENTO FIRMADO EN FECHA -----
PARA LA TOMA DE ECOGRAFIA DOPPLER TRANSFONTANELAR POR
LA VENTANA ACUSTICA MASTOIDEA, SEGÚN ME HAN EXPLICADO
ESTO NO TENDRA NINGUNA CONSECUENCIA EN LA SALUD NI EN
LA ATENCION DE MI MENOR HIJO

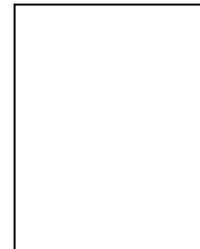
JULIACA DE DEL 2020

FIRMA DEL PADRE O REPRESENTANTE LEGAL

.....

NOMBRE:

N° DNI:





ANEXO 3: OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

| VARIABLE | INDICADOR | VALOR FINAL | TIPO | ESCALA | FUENTE | UNIDAD DE MEDIDA |
|--|----------------------------|--|----------|----------|----------|------------------|
| VARIABLE DEPENDIENTE CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LA ARTERIA CEREBRAL MEDIA | CALIBRE | ESTADO ESTRUCTURAL NORMAL O PATOLOGICO | CONTINUA | DISCRETA | LACTANTE | MM |
| | ALTERACIONES | | CONTINUA | DISCRETA | LACTANTE | NO |
| | TRAYECTO INTRACRANEAL | | CONTINUA | DISCRETA | LACTANTE | NO |
| | COLATERALES | | CONTINUA | DISCRETA | LACTANTE | NO |
| VARIABLE DEPENDIENTE CARACTERISTICAS HEMODINAMICAS DE LA ARTERIA CEREBRAL MEDIA | VELOCIDAD MEDIA | ESTADO HEMODINAMICO ESTABLE O PATOLOGICO | CONTINUA | DISCRETA | LACTANTE | CM/S |
| | VELOCIDAD SISTOLICA PICO | | CONTINUA | DISCRETA | LACTANTE | CM/S |
| | VELOCIDAD DIASTOLICA FINAL | | CONTINUA | DISCRETA | LACTANTE | Cm/s |
| | INDICE DE RESISTENCIA | | CONTINUA | DISCRETA | LACTANTE | NO |
| | INDICE DE PULSATILIDAD | | CONTINUA | DISCRETA | LACTANTE | NO |

FORMULAS:

VELOCIDAD MEDIA: $VM = VSP + (VDF \times 2) / 3$

VM: velocidad media

VSP: velocidad sistólica pico

VDF: velocidad diastólica final

INDICE DE RESISTENCIA: $IR = VSP - VDF / VSP$

IR: índice de resistencia

INDICE DE PULSATILIDAD: $IP = VSP - VDF / VM$

IP: índice de pulsatilidad



ANEXO 4: FICHA RECOLECCION DE DATOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
HOSPITAL III ESSALUD – JULIACA
SERVICIO DE PEDIATRÍA

CODIGO DEL LACTANTE: _____

HISTORIA CLINICA: _____

FECHA Y HORA: _____

NOMBRE: _____

SEXO: F () M ()

Criterios de inclusión:

- Lactantes de 6 meses de edad nacidos a una altitud de 3824 m.s.n.m que resida en la zona.
- Lactantes de 6 meses de edad eutróficos dentro de la tabla de la OMS para la edad.
- Lactantes que acuden a consultorio externo de pediatría y CRED para sus controles.
- Lactantes de 6 meses de edad de ambos sexos.
- Lactantes con diagnostico clínicamente sano.

Criterios de exclusión:

- Lactantes con comorbilidades crónicas y con desnutrición.
- Lactantes con diagnóstico de anemia infantil.
- Lactantes con malformaciones congénitas, cardiacas, vasculares y patología neurológica (Hidrocefalia, meningitis, otros).



| VARIABLE | CALIBRE | ALTERACIONES | TRAYECTO | COLATERALES |
|--|---------|--------------|----------|-------------|
| CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LA ACM | | | | |

| VARIABLE | VM | VSP | VDF | IP | IR |
|---|----|-----|-----|----|----|
| CARACTERISTICAS HEMODINAMICAS DE LA ACM | | | | | |

VM: VELOCIDAD MEDIA

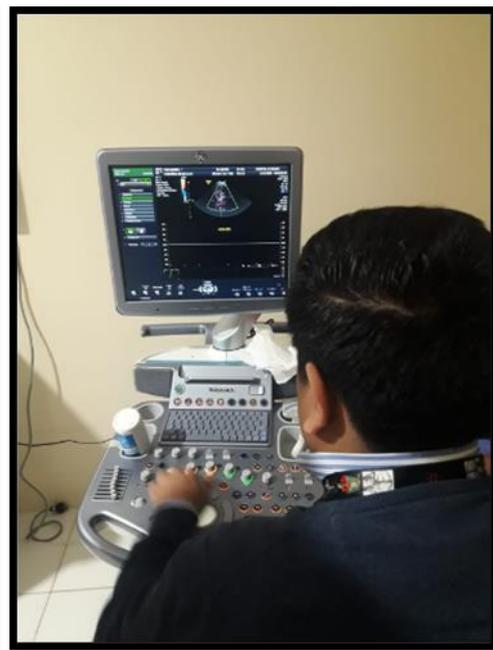
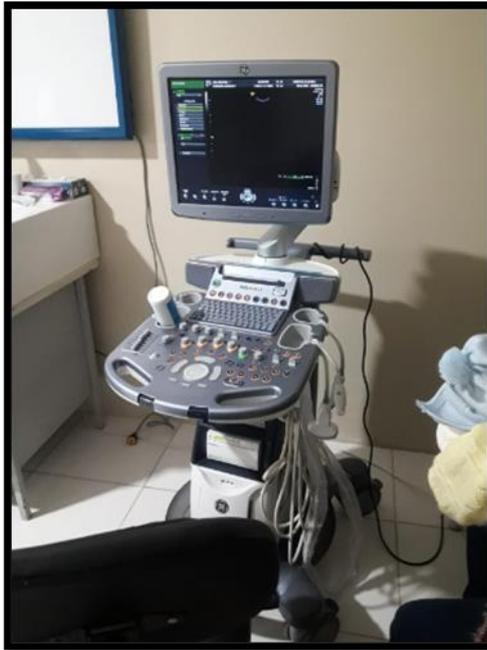
VSP: VELOCIDAD SISTOLICA PICO

VDF: VELOCIDAD DIASTOLICA FINAL

IP: INDICE DE PULSATILIDAD

IR: INDICE DE RESISTENCIA

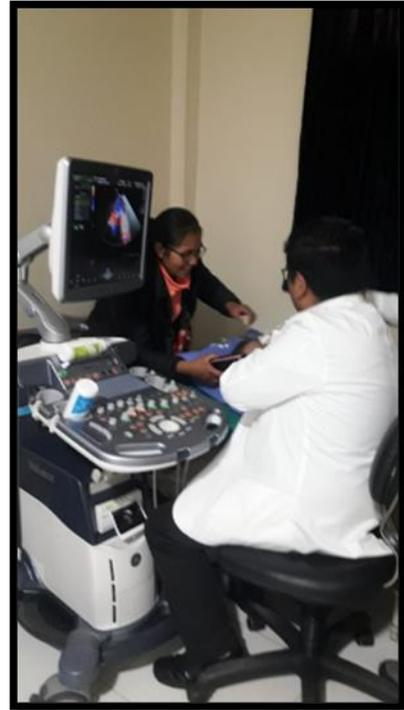
ANEXO 5: PROCEDIMIENTO DE ECOGRAFIA DOPPLER



EQUIPO: ECOGRAFO DOPPLER.



LACTANTES ACOMPAÑADOS DE SUS MADRES EN PLENO PROCEDIMIENTO.



RESULTADO DE LA ECOGRAFIA DOPPLER EN LACTANTE DE 6 MESES.