



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE MEDICINA HUMANA

PROGRAMA DE SEGUNDA ESPECIALIDAD



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**VALORES NORMALES DE PRESIÓN ARTERIAL PULMONAR
EN PACIENTES PEDIÁTRICOS QUE VIVEN A DIFERENTES
NIVELES DE ALTURA EN LOS HOSPITALES DE ESSALUD DE
JULIACA E ILO EN EL AÑO 2023**

PRESENTADO POR:

EDY IVAN LUQUE QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN:

PEDIATRÍA

PUNO – PERÚ

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
PROGRAMA DE SEGUNDA ESPECIALIDAD
COORDINACION DE INVESTIGACIÓN

.....
ACTA DE EVALUACION DE PROYECTO DE INVESTIGACION
.....

TITULO DEL PROYECTO:

VALORES NORMALES DE PRESION ARTERIAL PULMONAR EN PACIENTES PEDIATRICOS QUE VIVEN A DIFERENTES NIVELES DE ALTURA EN LOS HOSPITALES DE ESSALUD DE JULIACA E ILO EN EL AÑO 2023

RESIDENTE:

EDY IVAN LUQUE QUISPE

SEGUNDA ESPECIALIDAD EN:

PEDIATRIA

Los siguientes contenidos del proyecto se encuentran adecuadamente planteados

CONTENIDOS	ADECUADAMENTE PLANTEADOS	
	SI	NO
Caratula	✓	
Índice	✓	
1. Título de la investigación	✓	
2. Resumen	✓	
3. Introducción	✓	
3.1. Planteamiento del problema	✓	
3.2. Formulación del problema	✓	
3.3. Justificación del estudio	✓	
3.4. Objetivos de investigación (general y específicos)	✓	
3.5. Marco teórico	✓	
3.6. Hipótesis	✓	
3.7. Variables y Operacionalización de variables	✓	
4. Marco Metodológico	✓	
4.1. Tipo de estudio	✓	
4.2. Diseño de Contrastación de Hipótesis	✓	
4.3. Criterios de selección	✓	
4.4. Población y Muestra	✓	
4.5. Instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos.	✓	
5. Análisis Estadístico de los Datos	✓	
6. Referencias bibliográficas	✓	
7. Cronograma	✓	
8. Presupuesto	✓	
9. Anexos (Instrumentos de recolección de información, Consentimiento Informado, Autorizaciones para ejecución del estudio)	✓	



Observaciones:

NINGUNA

En merito a la evaluación del proyecto investigación, se declara al proyecto:

a) **APROBADO** (✓)

Por tanto, debe pasar al expediente del residente para sus trámites de titulación

b) **DESAPROBADO** ()

Por tanto, el residente debe corregir las observaciones planteadas por la coordinación de investigación y presentarlo oportunamente para una nueva revisión y evaluación.

Puno, a los 03 días del mes de enero del 2023.



Dr. Edgardo R. Beravente Zaga
DIRECTOR
P.S.E. RESIDENTADO MEDICO



Dr. Gréty Passara Zeballos
COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN
P.S.E. RESIDENTADO MEDICO

c.c. Archivo



INDICE

RESUMEN	6
ABSTRACT.....	7

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A. Introducción.	8
B. Enunciado del problema.	10
C. Delimitación de la Investigación.	11
D. Justificación de la investigación.	11

CAPÍTULO II

REVISION DE LITERATURA

A. Antecedentes	13
B. Marco teórico.....	23

CAPÍTULO III

HIPOTESIS, OBJETIVOS Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

A. Hipótesis	33
1. General	33
2. Especificas.....	33
3. Estadísticas o de trabajo	34
B. Objetivos.....	35
1. General	35
2. Específicos	35
C. Variables y Operacionalización de variables.....	36

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLOGICO

A. Tipo de investigación.....	38
B. Diseño de investigación	38
C. Población y Muestra.	38
1. Población.....	38
2. Tamaño de muestra	38
3. Selección de la muestra.....	38
D. Criterios de selección.....	39
1. Criterios de inclusión	39
2. Criterios de exclusión.....	39



E. Material y Métodos	39
F. Instrumentos y procedimientos de recolección de datos.	40
1. Instrumentos	40
2. Procedimiento de recolección de datos	40
G. Análisis estadístico de datos.	40
H. Aspectos éticos	43
CAPÍTULO V	
CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO	
A. Cronograma	44
B. Presupuesto.....	44
CAPÍTULO VI	
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	45
CAPÍTULO VII	
ANEXOS.....	52
Ficha de recolección de datos	52
Validación del instrumento por experto	53
Consentimiento informado	52



RESUMEN

Objetivo: Determinar los valores normales de presión arterial pulmonar en pacientes pediátricos que viven a diferentes niveles de altura en los Hospitales de EsSalud de Juliaca e Ilo en el año 2023. **Metodología:** El tipo de investigación será analítico, observacional, prospectivo y transversal, de diseño no experimental. La población estará compuesta por todos los pacientes de 4 meses a 13 años, hospitalizados en el servicio de pediatría del Hospital III EsSalud y Hospital II EsSalud Ilo, durante los meses de febrero a junio del 2023. No se calculará tamaño de muestra, la selección de la muestra será no probabilística, por conveniencia, los participantes serán incluidos en forma consecutiva. Para medir la presión arterial pulmonar se utilizará el ecocardiógrafo modelo General Electric Vivid E9 mediante el cálculo de la velocidad máxima del reflujo tricuspídeo y este resultado se traspolará a la ecuación de Bernoulli. Se utilizará una ficha de recolección de datos que será validada por juicio de expertos especialistas en cardiología del Hospital III EsSalud Juliaca. El análisis estadístico se realizará con un nivel de confianza de 95% utilizando el programa estadístico SPSS versión 21. Primero se calculará los valores normales de presión arterial pulmonar utilizando la media aritmética y la desviación estándar, luego se comparará los valores encontrados en EsSalud Juliaca con los valores de EsSalud Ilo utilizando la t de Student, seguidamente se determinará el punto de corte para discriminar hipertensión pulmonar utilizando regresión lineal simple y la curva ROC; y finalmente se comparará los puntos de corte obtenidos en el estudio con los puntos de corte establecidos por el VI Simposio mundial de hipertensión pulmonar mediante la prueba post hoc utilizando el procedimiento de Dunn's con corrección de Bonferroni. Se aplicará consentimiento informado.

Palabras clave: Presión arterial pulmonar, altura, pediatría.



ABSTRACT

Objective: To determine the normal values of pulmonary arterial pressure in pediatric patients living at different altitude levels in the EsSalud Hospitals of Juliaca and Ilo in the year 2023. **Methodology:** The type of research will be analytical, observational, prospective and cross-sectional. non-experimental design. The population will be made up of all patients from 4 months to 13 years old, hospitalized in the pediatric service of Hospital III EsSalud and Hospital II EsSalud Ilo, during the months of February to June 2023. Sample size will not be calculated, the selection of the sample will be non-probabilistic, for convenience, the participants will be included consecutively. To measure pulmonary arterial pressure, the General Electric Vivid E9 model echocardiograph will be used by calculating the maximum velocity of tricuspid regurgitation and this result will be transpolated to Bernoulli's equation. A data collection sheet will be used that will be validated by the judgment of expert specialists in cardiology from Hospital III EsSalud Juliaca. The statistical analysis will be carried out with a confidence level of 95% using the statistical program SPSS version 21. First, the normal values of pulmonary arterial pressure will be calculated using the arithmetic mean and the standard deviation, then the values found in EsSalud Juliaca will be compared with the values of EsSalud Ilo using the Student's t, then the cut-off point to discriminate pulmonary hypertension will be determined using simple linear regression and the ROC curve; and finally, the cut-off points obtained in the study are compared with the cut-off points established by the VI World Symposium on Pulmonary Hypertension through the post hoc test using the Dunn's procedure with Bonferroni correction. Informed consent will be applied.

Key words: Pulmonary arterial pressure, height, pediatrics.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A. Introducción.

En la actualidad existen pocos estudios en nuestra región acerca de la fisiología del corazón en pacientes pediátricos que viven a grandes alturas y por ende se tiene pocos datos de los valores normales de presión arterial pulmonar en niños por encima de los 3800 msnm, por tal motivo existe un problema al momento de definir si un niño presenta una presión arterial pulmonar normal o posee algún grado de hipertensión pulmonar ya que no contamos con valores referenciales de presión arterial pulmonar en pacientes pediátricos que viven a gran altitud, a su vez esto trae como complicaciones un diagnóstico tardío de hipertensión arterial pulmonar y por lo tanto alteraciones a nivel del corazón como en la hemodinamia de los pacientes lo cual genera comorbilidades a largo plazo.

Por esta razón es importante realizar estudios sobre los valores de presión arterial pulmonar más aún si se tiene en cuenta que en el mundo viven más de 140 millones de habitantes en la altura, de los cuales alrededor de 80 millones se ubican en la China y más de 35 millones en la Región Andina (1)

Una de las complicaciones más importantes del aumento de la presión arterial pulmonar viene hacer la hipertensión pulmonar, a nivel mundial los registros del Reino Unido, Países Bajos y España, mostraron una menor incidencia de hipertensión pulmonar pediátrica en comparación con los adultos. En el Reino Unido fue de 0.48 casos por millón de niños al año y la prevalencia fue de 2.1 casos por millón (2); en los Países Bajos la incidencia fue de 0.7 casos por millón de niños y la prevalencia de 2.2 casos por millón al año (3), a su vez en España la incidencia y prevalencia fueron de 0.49 y 2.9 casos por millón de niños respectivamente (4). Estudios realizados en Estados Unidos sugieren una creciente prevalencia de niños hospitalizados por hipertensión pulmonar, estos representaron el 0,13 % de los 43 millones de hospitalizaciones pediátricas entre 1997 y 2012. Los costos hospitalarios acumulados y ajustados por inflación para las hospitalizaciones aumentaron de \$ 926 millones en 1997 a \$ 3120 millones en 2012, los pacientes con hipertensión pulmonar sin cardiopatía congénita asociada representaron una proporción creciente y mayoritaria



del 56,4% (5). La morbilidad y mortalidad siguen siendo altas a pesar de las mejoras en el tratamiento de la hipertensión pulmonar, antes de los avances en el tratamiento, las tasas de supervivencia a 1, 3 y 5 años se estimaban en 66%, 52% y 35%, respectivamente; el tratamiento moderno ha mejorado la supervivencia, con tasas de supervivencia a 1, 3 y 5 años del 73 % al 96 %, del 63 % al 88 % y del 60 % al 81 %, respectivamente (6)

A nivel nacional un estudio realizado por Pumacayo Cardenas et al. (2019) reportan que la incidencia de hipertensión pulmonar según el sexo se presenta en la misma proporción, siendo en niños 50.9% y en niñas 49.1%; afectando mayormente a niños entre 1 a 3 años, a su vez el síndrome genético más asociado a la hipertensión pulmonar fue el síndrome de Down 15.8% y la clase funcional II fue la más prevalente 49% (7)

La mayoría de estudios sobre valores de presión arterial pulmonar en pediatría se realizaron a nivel del mar y generalmente se extrapola estos resultados a la población que vive en altura, no siendo lo más adecuado ya que los pacientes que viven en altura presentan una respuesta fisiológica muy distinta por los distintos factores que influyen en la altitud.

Con el presente trabajo se busca contribuir en la mejora de la atención de los pacientes pediátricos, contando con estudios que nos ayuden a definir con mayor precisión los valores de presión arterial pulmonar a gran altitud y así facilitar el diagnóstico y tratamiento oportuno de nuestros pacientes.

Para el estudio del paciente de la altura y de los efectos de la hipoxia hipobárica, la altura se ha clasificado en varios niveles.

- Baja altura: hasta 1.500 msnm.
- Moderada altura: de 1.500 a 3.000 msnm.
- Grandes alturas: de 3.000 a 5.000 msnm.
- Extrema altura: de 5.000 a 8.000 msnm (8)

La hipoxia a gran altitud genera cambios fisiológicos durante el periodo de adaptación del recién nacido, produciendo a su vez cambios hemodinámicos y de presiones a nivel de las arterias pulmonares. La altitud está asociada con una



disminución de la presión parcial de oxígeno, esto a su vez genera hipoxia la cual induce vasoconstricción arterial pulmonar con el consiguiente aumento de la presión de la arteria pulmonar y aumento de la resistencia al flujo sanguíneo pulmonar, generando a su vez un mayor trabajo a nivel del corazón derecho, todo este proceso adaptativo podría conllevar algún grado de hipertensión pulmonar en los niños que viven en la altura.

B. Enunciado del problema.

GENERAL

¿Cuáles son los valores normales de presión arterial pulmonar en pacientes pediátricos que viven a diferentes niveles de altura en los Hospitales de EsSalud de Juliaca e Ilo en el año 2023?

ESPECIFICOS

- a) ¿Cuáles son los valores normales de la presión sistólica arterial pulmonar en pacientes pediátricos que viven a diferentes niveles de altura en los Hospitales de EsSalud de Juliaca e Ilo en el año 2023?
- b) ¿Cuáles son los valores normales de la presión media arterial pulmonar en pacientes pediátricos que viven a diferentes niveles de altura en los Hospitales de EsSalud de Juliaca e Ilo en el año 2023?
- c) ¿Cuál es la diferencia de la disminución de la presión arterial pulmonar en pacientes pediátricos que viven a diferentes niveles de altura en los Hospitales de EsSalud de Juliaca e Ilo en el año 2023?
- d) ¿Cuál es el punto de corte para determinar hipertensión arterial pulmonar en pacientes pediátricos que viven a diferentes niveles de altura en los Hospitales de EsSalud de Juliaca e Ilo en el año 2023?
- e) ¿Cuál es la diferencia del punto de corte para determinar hipertensión arterial pulmonar que se determinará en el presente estudio con el punto de corte establecido por el VI Simposio mundial de hipertensión pulmonar (WSPH) en población pediátrica que viven a diferentes niveles de altura en los Hospitales de EsSalud de Juliaca e Ilo en el año 2023?



C. Delimitación de la Investigación.

El estudio se llevará a cabo durante los meses de enero a agosto del 2023, en los servicios de pediatría de 2 hospitales, uno será el Hospital III EsSalud Juliaca, el cual se encuentra ubicado en la ciudad de Juliaca perteneciente a la provincia de San Román, departamento de Puno, a una altitud aproximada de 3824 metros sobre el nivel del mar; y el otro será el Hospital II EsSalud de Ilo, el cual se encuentra ubicado en la ciudad de Ilo perteneciente a la provincia de Ilo, departamento de Moquegua, a una altitud aproximada de 15 metros sobre el nivel del mar (9).

D. Justificación de la investigación.

1. Justificación científica:

Conocer los valores de presión arterial pulmonar en pacientes pediátricos que viven a gran altura mediante un estudio científico y un análisis estadístico riguroso de los resultados obtenidos mediante la investigación, nos permitirá entender de manera objetiva la fisiología del corazón de los niños que viven a gran altura y así evitar complicaciones por un diagnóstico tardío de enfermedades relacionadas con la presión arterial pulmonar. A su vez podremos sentar una base para los futuros estudios sobre este tema que se realicen en nuestra región, así como también será un aporte para futuros estudios realizados en otros países.

2. Justificación académica:

Realizar estudios acerca del comportamiento de la presión arterial pulmonar en pacientes pediátricos que viven a gran altura, cumple un papel importante para la realización de protocolos y guías de práctica clínica adaptadas a nuestra población andina, por lo tanto, mientras más estudios realicemos acerca de este tema, tendremos más sustento académico para nuestros protocolos y guías de práctica clínica.

3. Justificación económica:

Al realizar este estudio podremos contribuir con la elaboración de protocolos y guías de práctica clínica adaptadas a nuestra región evitando un manejo inadecuado de patologías como la hipertensión pulmonar y por ende generaremos una atención de calidad a los pacientes pediátricos lo cual repercutirá en un manejo más eficiente de los



recursos en los hospitales y centros de salud, permitiendo un menor gasto al sistema de salud y a los usuarios.

4. Justificación social:

Es importante realizar este tipo de estudios para tener una referencia sobre el tema y poder contribuir a una mejor atención de nuestros niños que viven a gran altura, diagnosticando de manera oportuna y brindando un tratamiento óptimo en aquellos pacientes con alguna alteración en la presión arterial pulmonar, mejorando la calidad de vida de los pacientes pediátricos.

5. Justificación ética:

Brindar atención de calidad es uno de los objetivos de las instituciones prestadoras de salud. Bajo esta premisa es importante contar con estudios sobre este tema para brindar una evaluación basada en evidencia científica permitiendo así una mejor atención a nuestros pacientes pediátricos, así como un diagnóstico oportuno y tratamiento adecuado de la hipertensión pulmonar, cumpliéndose con el criterio de no maleficencia de la declaración de Helsinki.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

A. Antecedentes

A nivel internacional.

Lu et al en el 2022 realizaron un estudio titulado “Valores de referencia para mediciones ecocardiográficas en el punto de atención de bebés prematuros en China”. El objetivo fue establecer un rango de referencia ecocardiográfico de la estructura y la función del ventrículo izquierdo para bebés prematuros dentro de los 7 días posteriores al nacimiento. Estudiaron retrospectivamente a 489 pacientes con datos ecocardiográficos del ventrículo izquierdo en modo M, fracción de eyección, acortamiento fraccional y doppler de onda pulsada. Encontraron que las mediciones de todas las dimensiones cardíacas y las velocidades máximas doppler, mostraron una correlación con la edad gestacional, el peso y el área de superficie corporal. Concluyeron que las tablas y gráficos de percentiles de estos datos ecocardiográficos en el punto de atención pueden proporcionar datos de referencia confiables para los recién nacidos en China (10)

Chen et al e el 2022 publicaron un estudio titulado “Adaptación cardíaca a la migración prolongada a gran altitud evaluada mediante ecocardiografía Speckle Tracking”. El objetivo fue medir los cambios en las propiedades cardiovasculares luego de una exposición hipóxica prolongada en inmigrantes han y tibetanos aclimatados. Compararon las características ecocardiográficas de inmigrantes han recientemente adaptados (3-12 meses) e inmigrantes han altamente adaptados (5-10 años) que residen en el Tíbet (4300 msnm) con las de tibetanos nativos de la misma edad y habitantes de las tierras bajas han que viven a 1400 msnm. Encontraron que los migrantes aclimatados a corto plazo mostraron un aumento de la presión sistólica estimada de la arteria pulmonar ($32,6 \pm 5,1$ mmHg frente a $21,1 \pm 4,2$ mmHg, $p < 0,05$), ventrículos derechos agrandados y disminución del cambio de área fraccional con disminución de la tensión longitudinal del ventrículo derecho. En comparación con los migrantes recientes, los migrantes a largo plazo habían recuperado la estructura y las funciones del ventrículo derecho con una tensión longitudinal del ventrículo derecho e izquierdo ligeramente mejorada, aunque todavía más baja que los controles de las tierras bajas. Por el contrario, los tibetanos nativos tenían una presión arterial sistólica pulmonar ligeramente mayor ($26,1 \pm 3,4$



mmHg frente a $21,1 \pm 4,2$ mmHg, $p < 0,05$) con una deformación cardíaca mínimamente alterada en comparación con los habitantes de las tierras bajas. Concluyeron que la función sistólica del ventrículo derecho se ve afectada en los migrantes recientes (<1 año) a grandes alturas, pero mejora durante la permanencia a largo plazo. La remodelación del ventrículo izquierdo persiste en migrantes a largo plazo (>5 años) pero sin deterioro de la función sistólica o diastólica. Por el contrario, el tamaño, la estructura y la función del corazón de los tibetanos nativos son más similares al de los habitantes de las tierras bajas han (11)

Liu et al en el 2022 realizaron un estudio titulado “Adaptación cardíaca a grandes altitudes después de una exposición a corto y largo plazo entre los habitantes de las tierras bajas de China”, Cuyo objetivos fue estudiar la estructura y la función cardíaca mediante ecocardiografía para investigar la adaptación a corto plazo y la posible remodelación cardíaca a largo plazo. El estudio incluyó a 301 sujetos sanos de exposición a corto plazo, habitantes de las tierras bajas de China aclimatados a gran altitud, tibetanos nativos y residentes a nivel del mar. Todos los grupos se sometieron a ecocardiografía estándar. Encontraron que en los habitantes de las tierras bajas, la exposición a gran altitud agrandó el corazón derecho y la arteria pulmonar, redujo la función diastólica del ventrículo izquierdo. Esta disminución de la función diastólica del ventrículo izquierdo aumentó con el tiempo de exposición. Concluyeron que en los habitantes de las tierras bajas de China, la exposición a gran altitud amplió el ventrículo derecho y disminuyó la función diastólica del ventrículo izquierdo. La función sistólica del ventrículo izquierdo se conservó después de la exposición a gran altitud a corto plazo, pero disminuyó después de la exposición a largo plazo. Fue posible especular que el origen étnico contribuyó a la diferencia observada en el corazón (12)

Ashrafi et al en el 2021 publicaron un estudio titulado “Valores ecocardiográficos normativos para la función ventricular derecha e izquierda en recién nacidos extremadamente prematuros”. Con el objetivo de identificar las medidas de la función biventricular y los sustitutos de la resistencia vascular pulmonar que se pueden esperar en recién nacidos extremadamente prematuros relativamente estables, y evaluar los cambios de maduración en el desempeño del miocardio en esta población de pacientes. Fue un estudio observacional prospectivo. Encontraron que se identificaron valores normativos para la función del ventrículo derecho, la función del ventrículo izquierdo y



sustitutos de la resistencia vascular pulmonar. Concluyeron que el rendimiento sistólico biventricular es significativamente diferente en el recién nacido extremadamente prematuro clínicamente estable en comparación con los recién nacidos a término sanos. La prematuridad extrema no parece afectar negativamente la maduración funcional del miocardio en el momento de la edad corregida a término y/o al alta (13)

Bischoff et al en el 2021 realizaron un estudio titulado “Concordancia anatómica de ecocardiografía realizada por neonatólogos como parte de la consulta de hemodinámica y cardiología pediátrica”. Cuyo objetivo fue comparar la concordancia entre los hallazgos anatómicos de la ecocardiografía neonatal dirigida y los informes de cardiología pediátrica. Fue una evaluación retrospectiva de 339 bebés con bajo riesgo de cardiopatía congénita que se sometieron a ecocardiografía neonatal dirigida integral como sus primeros exámenes ecocardiográficos posnatales. Se comparó los resultados con el informe de cardiología para determinar concordancia anatómica o discrepancias mayores o menores en todos los primeros estudios. Encontraron que se produjo concordancia anatómica en el 97,9 %. Hubo siete discrepancias menores (pequeños defectos septales ventriculares musculares y fístulas coronarias). Concluyeron que hubo una alta concordancia diagnóstica entre especialistas capacitados en hemodinámica neonatal y cardiología pediátrica (14)

Gaulton et al en el 2019 realizaron un estudio titulado “Relación entre el tiempo de aceleración de la arteria pulmonar y las presiones de la arteria pulmonar en bebés”. Con el objetivo de caracterizar la relación entre el tiempo de aceleración de la arteria pulmonar y las presiones de la arteria pulmonar en lactantes. Revisaron pacientes ≤ 1 año de edad en el Children's Hospital of Philadelphia entre 2011 y 2017. Se utilizó un análisis de regresión lineal para evaluar la correlación entre el tiempo de aceleración de la arteria pulmonar medida por ecocardiografía y presión arterial pulmonar sistólica, presión arterial pulmonar media y resistencia vascular pulmonar indexada por cateterismo cardíaco. Encontraron que hubo una correlación inversa débil entre el tiempo de aceleración de la arteria pulmonar y la presión arterial pulmonar sistólica, presión arterial pulmonar media y resistencia vascular pulmonar. Concluyeron que existe una relación inversa débil entre el tiempo de aceleración de la arteria pulmonar y las presiones de la arteria pulmonar. Por lo tanto, el tiempo de aceleración de la arteria pulmonar puede tener



menos importancia clínica para el diagnóstico de hipertensión arterial pulmonar en lactantes, en particular aquellos con conducto arterioso persistente (15)

Kyranis et al en el 2018 publicaron un estudio titulado “Mejorando la evaluación ecocardiográfica de la presión pulmonar utilizando la señal de insuficiencia tricuspídea-El mentón vs la barba”. Cuyo objetivo fue evaluar la correlación y la concordancia del cálculo Doppler de la presión sistólica del ventrículo derecho y la resistencia vascular pulmonar utilizando mediciones de "mentón" y "barba" de la velocidad regurgitante tricuspídea, con métodos invasivos de presión sistólica de la arteria pulmonar y resistencia vascular pulmonar. Estudiaron 100 pacientes sometidos a cateterismo cardíaco derecho y ecocardiografía transtorácica casi simultánea. Encontraron que se obtuvo señal de velocidad regurgitante tricuspídea medible en 96 pacientes. Media de la presión sistólica del ventrículo derecho menton $54,7 \pm 22,7$ mm Hg y presión sistólica del ventrículo derecho barba $68,6 \pm 26,3$ mm Hg ($p < 0,001$). Concluyeron que la precisión de la medición no invasiva de las presiones del corazón derecho aumenta utilizando el "mentón" en la estimación de la presión sistólica del ventrículo derecho y la resistencia vascular pulmonar (16)

Jain et al en el 2018 publicaron un estudio titulado “Adaptación cardiopulmonar durante el primer día de vida en recién nacidos humanos”. Con el objetivo de caracterizar la historia natural de la fisiología cardiopulmonar en las primeras 24 horas después del nacimiento. Fue un estudio observacional prospectivo mediante ecocardiografía de recién nacidos sanos en un gran centro perinatal terciario. Encontraron un aumento del tiempo de aceleración de la arteria pulmonar a las 2-3 horas, seguido de una disminución posterior en todos los índices de resistencia vascular pulmonar. Aunque el volumen sistólico del ventrículo derecho e izquierdo aumentó durante el intervalo de estudio, el gasto del ventrículo izquierdo se mantuvo estable. Todos los índices de la función del ventrículo derecho aumentaron durante el intervalo del estudio. Concluyeron que la transición inmediata después del nacimiento se caracteriza por menor resistencia vascular pulmonar, reversión del shunt transductal y aumento del volumen sistólico biventricular (17)

Yang et al en el 2018 realizaron un estudio titulado “Comparación de parámetros ecocardiográficos entre habitantes saludables de las tierras altas del Tíbet y habitantes de las tierras bajas de Beijing”. Cuyo objetivo fue presentar diferencias en los resultados de



la ecocardiografía entre tibetanos nativos sanos, habitantes de las tierras altas Han aclimatados y habitantes de las tierras bajas Han al nivel del mar. Se tomó un total de 1820 tibetanos saludables y 224 montañeses Han saludables de una muestra representativa de residentes en el Tíbet. Se realizó una ecocardiografía a cada participante en los centros médicos locales muestreados. Los datos ecocardiográficos de 2332 habitantes sanos de las tierras bajas Han se obtuvieron de una base de datos de un centro de exámenes médicos en Beijing. Encontraron que las grandes arterias eran más grandes en la población Han que en la población tibetana independientemente de la altitud. No se encontraron diferencias en la aurícula derecha entre diferentes altitudes y etnias. Los diámetros y grosores del ventrículo derecho eran mayores en los tibetanos que en los habitantes de las tierras bajas Han. En comparación con los tibetanos, los montañeses Han exhibieron funciones ventriculares mejoradas. Concluyeron que un corazón izquierdo pequeño y un ventrículo derecho grande pueden ser consecuencia de la exposición hipóxica a grandes alturas, independientemente del origen étnico (18)

Majonga et al en el 2017 publicaron un estudio titulado “Rangos de referencia ecocardiográficos en niños mayores y adolescentes en África subsahariana”. Con el objetivo de establecer referencias de puntuación z ecocardiográficas para niños negros en África subsahariana. Ingresaron a la investigación 282 sujetos sanos de 6 a 16 años sin antecedentes conocidos de enfermedad cardíaca en Harare, Zimbabue. Se realizó una ecocardiografía estándar en modo M y se midieron nueve dimensiones de la cámara cardíaca. Encontraron que el grosor medio del tabique interventricular y de las paredes posteriores del ventrículo izquierdo fue superior a los valores normales publicados en poblaciones predominantemente caucásicas. Concluyeron que son los primeros rangos de referencia ecocardiográficos para niños del África subsahariana y permitirán una evaluación precisa de las dimensiones cardíacas en la práctica clínica (19)

Zivanovic et al en el 2017 realizaron un estudio titulado “Presiones de la arteria pulmonar en niños en edad escolar nacidos prematuramente”. Cuyo objetivo fue probar la hipótesis de que las presiones de las arterias pulmonares eran más altas en los niños en edad escolar nacidos extremadamente prematuros que en los nacidos a término. Se realizó una ecocardiografía transtorácica en 193 niños nacidos extremadamente prematuros y 110 niños nacidos a término cuando tenían entre 11 y 14 años de edad. Encontraron que la regurgitación tricuspídea fue medible en el 71% (137/193) de los niños prematuros y en



el 75% (83/110) de los nacidos a término (P 0,23). Los niños prematuros en comparación con los niños nacidos a término tenían una mayor velocidad máxima de insuficiencia tricuspídea (2,21 frente a 1,95 m/s, $p < 0,001$) y los niños prematuros que tenían displasia broncopulmonar frente a los que no, tuvieron una mayor velocidad máxima de insuficiencia tricuspídea ($p = 0,023$). Concluyeron que las presiones de las arterias pulmonares eran mayores en los niños de 11 a 14 años nacidos de manera extremadamente prematura en comparación con los nacidos a término (20)

Kula et al en el 2017 realizaron un estudio titulado “Una revisión de la hipertensión pulmonar pediátrica con nuevas guías”. Con el objetivo de revisar la hipertensión pulmonar pediátrica mediante la comparación de las guías de la Sociedad Europea de Cardiología / Sociedad Respiratoria Europea, la Asociación Americana del Corazón / Sociedad Torácica Americana y la Red de enfermedades vasculares pulmonares pediátricas. Todas definen la hipertensión pulmonar como una presión arterial pulmonar media de ≥ 25 mmHg y aceptan la validez del sistema de clasificación de la Organización Mundial de la Salud. A su vez indican que todo niño con un alto índice de sospecha de hipertensión pulmonar debe someterse a un estudio inicial de radiografías de tórax, electrocardiografía y ecocardiografía. Las pautas de la Asociación Americana del Corazón y Sociedad Torácica Americana enfatizan la necesidad de realizar estudios hemodinámicos y de cateterismo cardíaco. Las tres guías destacan la importancia de tratar y seguir a los niños afectados en centros especializados y recomiendan los bloqueadores de los canales de calcio como tratamiento de primera línea en niños (> 12 meses) que tienen una prueba de vasorreactividad aguda positiva (21)

Soria et al en el 2016 publicaron un estudio titulado “Presión arterial pulmonar y saturación arterial de oxígeno en personas que viven a gran o baja altitud: revisión sistemática y metaanálisis”. Cuyo objetivo fue analizar la relación de la presión arterial pulmonar y saturación arterial de oxígeno en personas que viven a gran o baja altitud. Fue una revisión sistemática (Medline y Embase) un metaanálisis de estudios publicados entre 2000 y 2015 sobre estimaciones ecocardiográficas de presión arterial pulmonar y mediciones de saturación de oxígeno arterial en participantes aparentemente sanos de poblaciones que viven a gran altitud (> 2.500 m). A modo de comparación, analizaron de manera similar los datos publicados sobre estas variables durante el mismo período para las poblaciones que viven a baja altitud. Encontraron que la presión arterial pulmonar



sistólica media a gran altitud fue de 25,3 mmHg, intervalo de confianza del 95%, fue significativamente mayor ($P < 0,001$) que a baja altitud 18,4 mmHg, intervalo de confianza del 95% y la saturación de oxígeno arterial fue significativamente menor 90,4%, intervalo de confianza del 95% que a baja altitud 98,1%; intervalo de confianza del 95%. Concluyeron que la gran mayoría de las poblaciones que viven a gran altitud, la hipertensión pulmonar parece ser rara (22)

Qi et al en el 2015 realizaron un estudio titulado “Comparación de parámetros ecocardiográficos en niños chinos sanos nacidos y viviendo a gran altura o al nivel del mar”. Con el objetivo de comparar las mediciones ecocardiográficas entre los niños sanos que vivían a 16 m (Shanghái) y 3700 m (Qinghai). Realizaron mediciones ecocardiográficas de las dimensiones y grosor de la pared del ventrículo izquierdo y derecho, función sistólica y diastólica incluyendo índice de gasto cardíaco, así como la presión arterial pulmonar media. Encontraron que la presión arterial pulmonar media, dimensión del corazón derecho, índice de gasto cardíaco y el grosor de la pared anterior del ventrículo derecho fueron significativamente mayores, mientras que la función ventricular sistólica y diastólica fueron significativamente menor en el grupo de 3700 m que en el grupo de 16 m. La dimensión del ventrículo izquierdo fue similar entre los dos grupos. Concluyeron que los niños nacidos y que viven a gran altura en China tienen una presión arterial pulmonar media significativamente más alta, un corazón derecho dilatado, una función sistólica y diastólica más baja de ambos ventrículos y un índice de gasto cardíaco más alto en comparación con los niños nacidos y que viven al nivel del mar (23)

Niermeyer et al en el 2015 publicaron un estudio titulado “Oxigenación neonatal, hipertensión pulmonar y adaptación evolutiva a gran altitud”. Con el objetivo de evaluar las diferencias en la oxigenación neonatal en los tibetanos, andinos, chinos han y europeos. Estudiaron 41 niños sanos (36 andinos, 5 europeos) y 9 niños enfermos a 3.600 m en Bolivia. Encontraron que la saturación de oxígeno en bebés sanos fue más alta a las 6-24 horas de edad posnatal y luego disminuyó, mientras que los bebés enfermos mostraron el patrón opuesto. En comparación con los 30 bebés tibetanos o han estudiados previamente a 3.600 m, la saturación fue más alta en los tibetanos que en los han o andinos durante la vigilia y el sueño. Los valores de saturación de los andinos y europeos sanos fueron similares y al igual que los tibetanos, se mantuvieron en 85% o más. Los valores de presión arterial pulmonar sistólica en andinos y europeos estaban por encima de las



normas del nivel del mar y eran más altos en los bebés enfermos que en los sanos, pero la presión del corazón derecho disminuyó a lo largo de 4 a 6 meses en todos los grupos. Concluyeron que los tibetanos presentan mejor oxigenación neonatal que los andinos a 3.600 m. La saturación no fue más alta, ni la presión arterial pulmonar más baja en los niños andinos que en los europeos (24)

Qi et al en el 2015 realizaron un estudio titulado “Evaluaciones anatómicas y hemodinámicas del corazón y la presión arterial pulmonar en niños sanos que residen a gran altura en China”. Cuyo objetivo fue comparar las mediciones cardiopulmonares entre los niños sanos a 16 msnm y a 3700 msnm en China y entre los hans y los tibetanos a 3700 msnm. Evaluaron mediante ecocardiografía a 477 niños (15 días-14 años) que viven a nivel del mar y a gran altura. Encontraron que los niños que viven a gran altura tuvieron una presión arterial pulmonar media más alta, el más alto fue en el período neonatal ($35,1 \pm 8,9$ mmHg), luego disminuyó rápidamente dentro de los 6 meses ($27,3 \pm 11,8$ mmHg), seguido de una disminución gradual a partir de entonces ($p = 0,003$) la presión arterial pulmonar media de los niños que viven a nivel del mar no cambió significativamente con la edad ($p = 0,09$). Además, en los niños que viven a gran altura se encontró una mayor dilatación del corazón derecho y una disminución más lenta de la hipertrofia ventricular derecha en 14 años. La morfología del corazón izquierdo no fue diferente. No hubo diferencia en ninguna medida entre los hans y los tibetanos. Concluyeron que los niños que viven a gran altura en China tienen una presión arterial pulmonar significativamente más alta, el corazón derecho dilatado y una regresión más lenta de la hipertrofia ventricular derecha en los primeros 14 años de vida. No hubo diferencias significativas en estas características entre los Hans y los tibetanos (25)

Jacome L en el 2014 realizó un estudio titulado “Evolución de la presión pulmonar en recién nacidos clínicamente sanos hasta los tres primeros meses de vida a moderada altura, en la ciudad de Bogotá a 2640 metros sobre el nivel del mar”. Con el objetivo de describir la evolución de la presión pulmonar en recién nacidos clínicamente sanos hasta los tres primeros meses de vida a moderada altura. Fue un estudio prospectivo descriptivo en 52 neonatos sanos, se realizó una primera medición ecocardiográfica al nacer con una mediana de edad de 20 h, segundo con mediana de 96 h, luego al mes y a los tres meses de vida. Encontraron en el primer ecocardiograma los valores de presión sistólica pulmonar elevados en niños asintomáticos. La mediana fue de 30 mmHg (P25 de 27



mmHg y P75 de 40 mmHg) con rango de 17 a 68 mmHg. En el segundo control la presión sistólica pulmonar mostro una media de 24,37 mmHg y rango de 16 a 37 mmHg. Las demás mediciones no presentaron cambios significativos. Concluyeron que en el 10.2% de los pacientes evaluados, en las primeras horas de vida se encontró un retardo del descenso de la presión sistólica pulmonar, estos pacientes no tenían factores de riesgo perinatales adicionales al hecho de haber nacido a moderada altura (26)

Aparicio et al en el 2007 realizaron un estudio titulado “Evaluación mediante ecocardiografía doppler de la presión arterial pulmonar en niños de altura (La Paz, Bolivia 3600-4000 m.)”. Con el objetivo de determinar el valor de la presión arterial pulmonar en niños normales nativos de altura (La Paz 3700 m.) utilizando el método no invasivo de ecocardiografía doppler. El grupo de estudio consistió en 54 niños nativos y residentes de La Paz (3700m.) cuya edad oscilo entre 3 días a 5 años, se incluyó solamente niños cuyo examen clínico por un cardiólogo fue considerado normal y el ecocardiograma doppler descarto cardiopatía orgánica. Se establecieron cuatro grupos de acuerdo a la edad, grupo I (3 días a 1 año), grupo II (1a 2 años), grupo III (2 a 3 años), grupo IV (3 a 5 años) Encontraron que las dimensiones de ventrículo derecho fueron significativamente mayores en los niños nativos de altura en todos los grupos etáreos estudiados. La presión arterial pulmonar sistólica promedio en el grupo I fue de 44 mmHg, grupo II: 52 mmHg. Grupo III: 35 mmHg., Grupo IV: 42 mmHg. La presión arterial pulmonar sistólica promedio de todo el grupo de niños nativos de altura (3 días a 5 años) fue de 43 mmHg. (+/-7,1) (rango 35-52 mmHg.). Concluyeron que la presión arterial pulmonar fue significativamente más elevada (grado leve) en niños normales nativos de altura hasta los 5 años de edad, en comparación con los de nivel del mar. En este grupo de niños nativos de altura, se observó un rango variable de valores de presión arterial pulmonar. De acuerdo con otros estudios previos al evaluar la presión arterial pulmonar en niños nativos de altura debe considerarse variables como características raciales, edad y nivel de altura (27)

Pang et al en el 2004 realizaron un estudio titulado “Estudio comparativo de los índices de presión arterial pulmonar de niños sanos a diferentes altitudes mediante ecocardiografía Doppler”. Con el objetivo de investigar los índices de presión arterial pulmonar en niños sanos que viven a diferentes altitudes. Métodos: Se realizó una medición aleatoria con ecocardiografía Doppler desde junio de 1998 a julio de 2002 en



las ciudades de Jiuzhi Qinghai (3700 msnm), Xining Qinghai (2260 msnm) y Shanghai (16 msnm) a una población de 1061 niños de 0 a 14 años. Encontraron que la presión arterial pulmonar media de 0 a 28 días de nacido fue de 35.23 mmHg (DE: 8.72) a 3700 msnm, 17.99 mmHg (DE: 8.78) a 2260 msnm y de 15.86 mmHg (DE: 8.96) a 16 msnm. De 1 a 6 meses fue de 32.06 mmHg (DE: 13.38) a 3700 msnm, 20.72 mmHg (DE: 5.71) a 2260 msnm y de 14.64 mmHg (DE: 8.19) a 16 msnm. De 7 meses hasta 1 año fue de 31.83 mmHg (DE: 10.53) frente a 20.89 mmHg (DE: 10.12) y 14.69 mmHg (DE: 5.89). Hasta los 3 años fue de 27.58 mmHg (DE: 13.55) frente a 19.12 mmHg (DE: 9.75) y 17.36 mmHg (DE: 6.71). Hasta los 6 años fue de 24.19 mmHg (DE: 8.38) frente a 19.64 mmHg (DE: 9.36) y 16.43 mmHg (DE: 4.68). Hasta los 10 años fue de 23.90 mmHg (DE: 11.35) frente a 16.77 mmHg (DE: 6.79) y 14.42 mmHg (DE: 6.50). Hasta los 14 años fue de 23.08 mmHg (DE: 7.31) frente a 18.53 mmHg (DE: 7.25) y 15.45 mmHg (DE: 6.12). Concluyeron que la presión arterial pulmonar de los niños sanos que viven a gran altitud aumentó notablemente en comparación con los niños que viven a baja altitud. El ambiente hipóxico a gran altitud podría jugar un papel importante en el aumento de la presión arterial pulmonar (28)

A nivel Nacional

Pumacayo et al en el 2019 realizaron un estudio titulado “Hipertensión Pulmonar en niños peruanos”. Con el objetivo de desarrollar estudios y registros para la orientación del diagnóstico y tratamiento oportuno. Fue un estudio retrospectivo, observacional, transversal, en el que se incluyeron pacientes de 3 meses hasta 15 años de edad, con diagnóstico de hipertensión pulmonar, sometidos a estudio hemodinámico por cateterismo cardíaco en INCOR. En los resultados se diagnosticaron 57 pacientes con hipertensión pulmonar, 51% varones, de los cuales 22% procedían de una altura mayor a 2.500 metros sobre el nivel del mar. Grupo etario predominante 1-3 años. A los pacientes que viven en altura se les encontró una presión arterial pulmonar media > 40 mmHg (54%), 25-30 mmHg (23%) y 30-40 mmHg (23%). Concluyeron que el estudio constituye el primer registro de hipertensión pulmonar en niños peruanos en el que se halló que aquellos con esta enfermedad presentan características propias, según los distintos grupos; así mismo, la asociación a cardiopatías congénitas fue importante. Se recomienda el tratamiento oportuno y pronóstico, ya que el compromiso vascular puede estar presente en estadios clínicamente no significativos (7)



Peñaloza et al en el 2011 realizaron una publicación titulada “Hemodinámica cardiopulmonar en niños nativos de grandes alturas”. Esta publicación ha sido enfocada principalmente en la hemodinámica cardiopulmonar y es una contribución al conocimiento de la fase postnatal del ciclo de vida en la población de grandes alturas. Menciona que la remodelación postnatal de las ramas distales arteriales pulmonares es la causa principal de la leve a moderada hipertensión pulmonar asintomática que se encuentra en lactantes sanos y niños nativos de grandes alturas. A su vez, la hipertensión pulmonar postnatal en un ambiente hipóxico es la razón principal del cierre funcional tardío del ductus arterioso en neonatos de grandes alturas. Como consecuencia, se observa un incremento en la prevalencia del conducto arterioso persistente en grandes alturas (29)

Huicho et al en el 2005 publicaron un estudio titulado “Estudio transversal de características ecocardiográficas en niños sanos residentes en altura”. Cuyo objetivo fue realizar estudios sistemáticos sobre ecocardiografía en niños sanos residentes en altura. Fue un estudio transversal, se midió parámetros morfológicos y funcionales del corazón derecho e izquierdo, a través de ecocardiografías en modo M, Doppler bidimensional y Doppler color, en una población de 321 niños sanos con edades comprendidas entre los 2 meses y los 19 años que vive a gran altura (Tintaya, Perú, 4.100 m). Encontraron que las mediciones ecocardiográficas morfológicas y funcionales del corazón derecho e izquierdo expresadas por edad y por área de superficie corporal fueron generalmente similares a las poblaciones de referencia a nivel del mar. Concluyeron que el desarrollo cardiovascular a gran altura en niños con algún grado de ascendencia a gran altura parece seguir un patrón similar al de los niños a nivel del mar (30)

B. Marco teórico.

1. TRANSICION DE LA VIDA FETAL A LA EXTRAUTERINA

Una serie rápida y dramática de eventos circulatorios ocurre en el nacimiento a medida que el feto hace la transición a la vida extrauterina. Después del nacimiento y el inicio de la respiración con aire, varios mecanismos operan simultáneamente para reducir rápidamente la presión arterial pulmonar y aumentar el flujo sanguíneo pulmonar. De estos, los estímulos más importantes parecen ser la ventilación de los pulmones y un aumento en la tensión de oxígeno (31). El flujo sanguíneo pulmonar aumenta ocho veces, resolviendo la hipertensión pulmonar fetal. El pinzamiento del cordón umbilical elimina



la circulación placentaria de baja resistencia, aumentando la presión arterial sistémica a medida que cae la presión arterial pulmonar. En algunos lactantes con eventos adversos en el útero o con anomalías de la transición pulmonar al nacer, la hipertensión pulmonar persiste hasta el período neonatal, lo que da como resultado el síndrome de hipertensión pulmonar persistente del recién nacido (32).

El endotelio vascular libera productos vasoactivos que desempeñan un papel fundamental para lograr una rápida vasodilatación pulmonar. La producción de óxido nítrico en el endotelio pulmonar aumenta notablemente en el momento del nacimiento. El oxígeno es un catalizador importante para esta mayor producción de óxido nítrico. La vía del ácido araquidónico-prostaglandina también juega un papel importante en la transición al nacer. La distensión pulmonar rítmica y la tensión de cizallamiento estimulan la producción de prostaglandina y óxido nítrico en el feto al final de la gestación, aunque el efecto de la tensión de oxígeno es predominantemente sobre la actividad del óxido nítrico.

Se sabe menos sobre la transición vascular pulmonar después del parto prematuro, aunque parecen estar en efecto mecanismos similares. En los bebés prematuros humanos, la disminución de la presión arterial pulmonar después del nacimiento es significativamente más lenta en comparación con los bebés nacidos a término, especialmente si también existe el síndrome de dificultad respiratoria. Las elevaciones de la presión arterial pulmonar pueden persistir durante varios días en los lactantes extremadamente prematuros (33).

Después del nacimiento, continúa el desarrollo estructural del pulmón y su vasculatura. Más del 90% de la alveolarización pulmonar se produce después del nacimiento, con un aumento importante entre el nacimiento y los 6 meses de edad. De manera similar, hay un marcado crecimiento y desarrollo de la red microvascular durante la fase de alveolarización. Una red capilar doble es característica del pulmón fetal y neonatal, pero a medida que avanza la alveolarización, los tabiques interalveolares se adelgazan y la capa capilar doble se fusiona en la capa única característica de la vasculatura madura. La red capilar continúa expandiendo su superficie a través de la infancia en casi 20 veces (34).



La circulación fetal se desarrolla de una manera distinta a la circulación extrauterina, la diferencia fundamental se encuentra en el sitio de intercambio de gases. En los adultos, este intercambio de gases se produce en los pulmones mientras que en el feto la placenta proporciona el intercambio de gases y nutrientes.

El principal cambio en la circulación después del nacimiento es un desplazamiento del flujo sanguíneo para el intercambio de gases desde la placenta a los pulmones, desaparece la circulación placentaria y se establece la circulación pulmonar, generando este proceso una serie de cambios hemodinámicos.

- Se produce un aumento de la resistencia vascular sistémica.
- El cese del flujo sanguíneo en la vena umbilical da como resultado el cierre del conducto venoso.
- La expansión pulmonar da como resultado una reducción de la resistencia vascular pulmonar, un aumento en el flujo sanguíneo pulmonar y una caída en la presión de la arteria pulmonar
- Se produce el cierre funcional del foramen oval como resultado de un aumento de la presión en la aurícula izquierda por encima de la presión en la aurícula derecha. La presión de la aurícula derecha cae como resultado del cierre del ductus venoso.
- Cierre del conducto arterioso permeable como resultado del aumento de la saturación arterial de oxígeno (35)

Resistencia vascular pulmonar:

Con la expansión de los pulmones y el consiguiente aumento de la tensión alveolar de oxígeno, se produce una rápida caída inicial de la resistencia vascular pulmonar. Esta caída rápida es secundaria al efecto vasodilatador del oxígeno en la vasculatura pulmonar. Entre las 6 y 8 semanas después del nacimiento, hay una caída más lenta en la resistencia vascular pulmonar y la presión de la arteria pulmonar, esta caída está asociada con el adelgazamiento de la capa media de las arteriolas pulmonares. Después de los primeros 2 años se produce una nueva disminución en la resistencia vascular pulmonar, esto puede estar relacionado con el aumento en el número de unidades alveolares y sus vasos asociados.

Varias condiciones pueden interferir con la vasodilatación y el adelgazamiento normal de la capa media de las arterias pulmonares, como por ejemplo la hipoxia que se



genera a grandes alturas, lo que resulta en un retraso en la disminución de la resistencia vascular pulmonar y presión de la arteria pulmonar (35)

2. FISIOLOGIA DE ALTURA

Las personas que nacen y que continúan viviendo a gran altitud, realizan sus actividades cotidianas sin evidencia de afección alguna, aunque durante toda su vida están expuestos a la hipoxia hipobárica que conduce a hipoxia crónica. Las personas expuestas a gran altitud requieren adaptarse a este ambiente hipóxico hipobárico de la altura. Por arriba de los 2,500 msnm, la presión barométrica y la presión inspirada de oxígeno disminuyen y el resultado es hipoxia alveolar e hipoxemia (36)

La presión barométrica se define como la presión ejercida por una columna de aire sobre cualquier elemento situado sobre la superficie terrestre; esta presión es de 760 mm de Hg a nivel del mar y va disminuyendo a medida que se asciende sobre éste lo cual se relaciona también con disminución de la presión de oxígeno alveolar (PAO_2) y arterial (PaO_2); igualmente se reducen la saturación de oxígeno y la presión parcial de oxígeno (PO_2) (37)

La concentración de oxígeno es la misma a diferentes alturas y es igual a 21%; sin embargo, la presión parcial de un gas es igual a la presión barométrica por la concentración del gas y como la presión barométrica disminuye con la altura, a medida que la altura aumenta disminuirá la presión parcial del gas. En el caso del oxígeno, la PO_2 , será igual a la presión barométrica multiplicada por la concentración de oxígeno.

A nivel del mar la PO_2 es de $760 \times 0,21 = 159,6$ mm Hg, mientras que en Juliaca (3824 msnm) es de $474 \times 0,21 = 99.5$ mm Hg

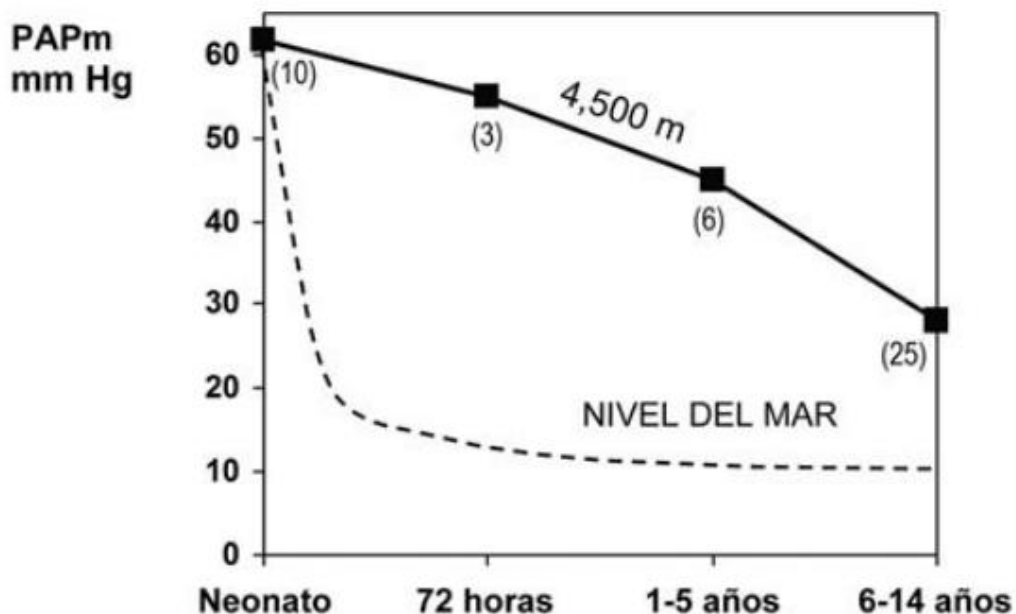
Al disminuir la PO_2 a medida que se asciende en la altura, hay menos oxígeno disponible para saturar la sangre, y esta menor cantidad de oxígeno aunque su concentración sea la misma, es lo que se conoce como hipoxia hipobárica que influye de manera notoria en el comportamiento hemodinámico del habitante de la altura y en las características del lecho vascular pulmonar y por tanto, en el paciente con hipertensión pulmonar (8)

FISIOLOGIA DEL HABITANTE DE ALTURA				
ALTURA EN METROS	PA O ₂	Pa O ₂	%Hb O ₂	P. Bar
0	100	90	96	760
1000	87	72	95	674
2000	72	65	92	596
3000	57	53	87	526
4000	48	42	82	462
	mm Hg	mm Hg		mm Hg

PAO₂: Presión parcial de O₂ alveolar; PaO₂: Presión parcial de O₂ arterial; %HbO₂: Porcentaje de saturación; P. Bar: Presión Barométrica.

Fuente: G. Diaz, "Pulmonary hypertension at moderate altitude in children," Rev. Colomb. Cardiol., 2012.

En grandes alturas, después del nacimiento, la presión arterial pulmonar media disminuye lentamente y puede persistir hasta la edad adulta, a diferencia de las personas que nacen y viven a nivel del mar la presión arterial pulmonar media declina rápidamente (38).





Relación entre presión arterial pulmonar media y edad en nativos normales que habitan a grandes alturas, a 4.540 m (línea continua), en comparación con los datos descritos en residentes a nivel del mar (línea punteada) (los números entre paréntesis indican el número de casos)

Fuente: D. Peñaloza, “Efectos de la exposición a grandes alturas en la circulación pulmonar,” Rev. Española Cardiol., 2012

3. HIPERTENSION PULMONAR PEDIATRICA

Se define como la presión arterial pulmonar media > 20 mmHg en niños mayores de 3 meses de edad al nivel del mar, recientemente se descubrió que incluso valores levemente elevados de 20 – 24 mmHg eran predictores independientes de una supervivencia deficiente en adultos con hipertensión pulmonar (39)

Las causas de hipertensión pulmonar pediátrica se pueden agrupar de la siguiente manera:

- Aumento del flujo sanguíneo pulmonar, observado en enfermedades cardíacas congénitas con grandes cortocircuitos de izquierda a derecha.
- Hipoxia alveolar el cual podría presentarse en poblaciones que viven a gran altura
- Aumento de la presión venosa pulmonar
- Enfermedad vascular pulmonar primaria
- Otras enfermedades que involucran parénquima pulmonar o vasculatura pulmonar, directa o indirectamente (40)

Hipoxia alveolar:

Una reducción aguda o crónica de la tensión de oxígeno en la región alveolar capilar (hipoxia alveolar) provoca una fuerte respuesta vasoconstrictora pulmonar, que puede aumentar con la acidosis. Los mecanismos de la respuesta vasoconstrictora pulmonar a la hipoxia alveolar no se comprenden por completo, pero nuestro conocimiento actual es que el endotelio vascular libera dos importantes sustancias vasoactivas, la endotelina y el óxido nítrico. La endotelina es un vasoconstrictor y el óxido nítrico es un vasodilatador. Normalmente, la liberación equilibrada de óxido nítrico y endotelina por parte de las células endoteliales regula la circulación pulmonar.



Mientras que se produce una reducción en la producción de óxido nítrico en animales crónicamente hipóxicos, la inhalación prolongada de óxido nítrico atenúa la vasoconstricción pulmonar hipóxica y la remodelación vascular (proliferación) en animales. Por el contrario, los niveles plasmáticos de endotelina 1 aumentan en asociación con la hipoxia en humanos. Se ha demostrado que los antagonistas del receptor de endotelina, reducen la vasoconstricción pulmonar hipóxica y la remodelación vascular en animales. Varios otros factores de crecimiento (incluidos los factores de crecimiento derivados de plaquetas y el factor de crecimiento del endotelio vascular) también median en la remodelación vascular pulmonar en respuesta a la hipoxia (35)

El principal factor responsable de la hipertensión pulmonar en niños sanos de grandes alturas es la remodelación postnatal tardía de las arterias pulmonares distales lo que implica persistencia de una gruesa capa media de células musculares lisas y como consecuencia elevada resistencia vascular pulmonar e incremento de la presión arterial pulmonar(40,41 ,42)

Un estudio realizado por Moore et al. (2000) donde hacen una comparación de los tibetanos con otros residentes de gran altitud como del altiplano andino, indican que los tibetanos tienen:

- Menos retraso del crecimiento intrauterino
- Mejor oxigenación neonatal
- Mayor ventilación y respuesta ventilatoria hipóxica
- Menor presión arterial pulmonar y resistencia
- Menores concentraciones de hemoglobina y menor susceptibilidad a mal de montaña crónico

Estos hallazgos son consistentes con la conclusión de que la "adaptación" a gran altitud aumenta con el tiempo, considerando que los tibetanos han estado expuestos a gran altitud durante un mayor número de generaciones en comparación con el habitante andino (43)

Estudios recientes indican que los andinos para mantener una mayor eficiencia en la utilización del oxígeno, tienen volúmenes pulmonares algo más grandes, gradientes alveolo arteriales de oxígeno más estrechos, una respuesta vasoconstrictora pulmonar



hipóxica ligeramente menor y mayor flujo sanguíneo de la arteria uterina durante el embarazo (44)

4. ECOCARDIOGRAFIA

La ecocardiografía es el uso de equipos de ultrasonido especializados para obtener imágenes de la estructura y función del corazón. Es más bien como un sonar, en el sentido de que las ondas sonoras se utilizan para localizar la posición de un objeto en función de las características de la señal reflejada, de ahí el uso del término "eco".

a) Principios básicos:

El ultrasonido usa ondas de sonido de muy alta frecuencia (típicamente >1.5 MHz) que están más allá del rango normal de audición (>20 kHz). Un transductor de eco contiene cristales piezoeléctricos (un material cerámico) que vibran a alta frecuencia cuando pasa una corriente eléctrica a través de ellos. Convierten la energía eléctrica en ondas de ultrasonido y el ultrasonido de nuevo en energía eléctrica. Por lo tanto, es capaz de realizar la doble función de emitir y transducir ultrasonidos. Las propiedades físicas básicas de las ondas de ultrasonido son la longitud de onda, la frecuencia y la velocidad.

La velocidad del ultrasonido depende de las propiedades físicas (densidad) del tejido. En tejidos blandos como el músculo cardíaco, el ultrasonido viaja a 1540 m/s, pero es más rápido en el hueso y mucho más lento en el aire. A medida que las ondas de ultrasonido atraviesan el cuerpo, encuentran interfaces de tejido de diferente composición que reflejan, dispersan o refractan las ondas, como los efectos del vidrio sobre la luz. Si las ondas de ultrasonido se reflejan de regreso a la sonda de eco y se detectan, se puede construir una imagen del corazón. Esto se logra calculando cuánto tardan las ondas sonoras en viajar al corazón y de regreso: cuanto más tarden, más lejos debe estar la estructura. Por lo tanto, una máquina de eco procesa continuamente los datos recibidos por el transductor para representar lo que sucede en el corazón. Convenientemente, el pericardio, endocardio, epicardio y las válvulas reflejan fuertemente las ondas ultrasónicas, mientras que el músculo cardíaco causa dispersión y la sangre causa poca reflexión. Estas diferencias en la intensidad de la señal permiten diferenciar fácilmente la sangre y el músculo cardíaco en el eco (45).

b) Ecocardiografía pediátrica:



El papel de la ecocardiografía ha cambiado drásticamente durante la última década y su uso se ha vuelto cada vez más popular entre los neonatólogos y pediatras, la ecocardiografía puede proporcionar una información anatómica, fisiológica y hemodinámica del corazón, por tal motivo puede usarse para evaluar patologías cardíacas y como una herramienta moderna de monitoreo hemodinámico directo (46)

Un estudio ecocardiográfico estándar consta de imágenes bidimensionales (2D), modo de movimiento (modo M) e imágenes Doppler. El análisis de la anatomía cardíaca se basa en la visualización transversal del corazón en planos 2D convencionales, que muestran el movimiento en tiempo real de las estructuras cardíacas. Las vistas estándar incluyen vistas subcostales, apicales, paraesternales y supraesternales. La ecocardiografía en modo M es una técnica de imagen unidimensional que registra el movimiento en tiempo real de las estructuras cardíacas durante múltiples ciclos cardíacos. Las imágenes Doppler comprenden modalidades de flujo de color y Doppler espectral. El mapeo de flujo de color es una representación 2D de la dirección y la velocidad del flujo sanguíneo dentro de un sector predefinido que se superpone a la imagen 2D. Por definición, el flujo hacia la sonda es rojo y el flujo que se aleja de la sonda es azul. Según el límite de Nyquist seleccionado, los tonos de color más claros muestran velocidades de flujo más altas. El Doppler espectral es un registro de la velocidad del flujo sanguíneo a lo largo del tiempo. Se divide además en Doppler de onda pulsada que se usa para velocidades de flujo sanguíneo bajas y Doppler de onda continua para velocidades de flujo sanguíneo altas (47).

La ecocardiografía es una herramienta muy útil para evaluar la presión de la arteria pulmonar. La presión sistólica de la arteria pulmonar puede derivarse directamente del Doppler de onda continua del jet regurgitante tricuspídeo mediante el uso de la ecuación de Bernoulli simplificada. Esto requiere la medición de la velocidad máxima de regurgitación tricuspídea junto con una estimación indirecta de la presión de la aurícula derecha. De manera similar, la presión arterial pulmonar diastólica se puede calcular utilizando la velocidad de regurgitación pulmonar diastólica final y la presión auricular derecha supuesta (48). En ausencia de insuficiencia tricuspídea o pulmonar, el diagnóstico de hipertensión pulmonar se basa en características ecocardiográficas indirectas, que incluyen la presencia de dilatación de la arteria pulmonar y del corazón derecho, disfunción e hipertrofia del ventrículo derecho, aplanamiento del tabique



interventricular o patrón de flujo anormal en la arteria pulmonar. Sin embargo, la detección ecocardiográfica de hipertensión leve en pacientes asintomáticos sigue siendo difícil (47,49)



CAPÍTULO III

HIPÓTESIS, OBJETIVOS Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

A. Hipótesis

1. General

Los valores normales de presión arterial pulmonar son diferentes en pacientes pediátricos que viven a diferentes niveles de altura en los Hospitales de EsSalud de Juliaca e Ilo en el año 2023

2. Específicas

- a) Los valores normales de la presión sistólica arterial pulmonar son diferentes en pacientes pediátricos que viven a diferentes niveles de altura en los Hospitales de EsSalud de Juliaca e Ilo en el año 2023
- b) Los valores normales de la presión media arterial pulmonar son diferentes en pacientes pediátricos que viven a diferentes niveles de altura en los Hospitales de EsSalud de Juliaca e Ilo en el año 2023
- c) La disminución de la presión arterial pulmonar es diferente en pacientes pediátricos que viven a diferentes niveles de altura en los Hospitales de EsSalud de Juliaca e Ilo en el año 2023
- d) El punto de corte para determinar hipertensión arterial pulmonar es diferente en pacientes pediátricos que viven a diferentes niveles de altura en los Hospitales de EsSalud de Juliaca e Ilo en el año 2023
- e) El punto de corte para determinar hipertensión arterial pulmonar que se determinará en el presente estudio será diferente con el punto de corte establecido por el VI Simposio mundial de hipertensión pulmonar (WSPH) en población pediátrica que viven a diferentes niveles de altura en los Hospitales de EsSalud de Juliaca e Ilo en el año 2023



3. Estadísticas o de trabajo

Hipótesis 1

Ho: Valores normales de presión sistólica arterial en pacientes pediátricos del hospital EsSalud III Juliaca = Valores normales de presión sistólica arterial en pacientes pediátricos del hospital EsSalud II Ilo

Ha: Valores normales de presión sistólica arterial en pacientes pediátricos del hospital EsSalud III Juliaca \neq Valores normales de presión sistólica arterial en pacientes pediátricos del hospital EsSalud II Ilo

Hipótesis 2

Ho: Valores normales de presión media arterial en pacientes pediátricos del hospital EsSalud III Juliaca = Valores normales de presión media arterial en pacientes pediátricos del hospital EsSalud II Ilo

Ha: Valores normales de presión media arterial en pacientes pediátricos del hospital EsSalud III Juliaca \neq Valores normales de presión media arterial en pacientes pediátricos del hospital EsSalud II Ilo

Hipótesis 3

Ho: La disminución de la presión arterial pulmonar en pacientes pediátricos del hospital EsSalud III Juliaca = La disminución de la presión arterial pulmonar en pacientes pediátricos del hospital EsSalud II Ilo

Ha: La disminución de la presión arterial pulmonar en pacientes pediátricos del hospital EsSalud III Juliaca \neq La disminución de la presión arterial pulmonar en pacientes pediátricos del hospital EsSalud II Ilo

Hipótesis 4

Ho: Punto de corte para determinar hipertensión arterial pulmonar en pacientes pediátricos del Hospital EsSalud Juliaca = Punto de corte para determinar hipertensión arterial pulmonar en pacientes pediátricos del Hospital EsSalud Ilo



Ha: Punto de corte para determinar hipertensión arterial pulmonar en pacientes pediátricos del Hospital EsSalud Juliaca \neq Punto de corte para determinar hipertensión arterial pulmonar en pacientes pediátricos del Hospital EsSalud Ilo

Hipótesis 5

Ho: Punto de corte para determinar hipertensión arterial pulmonar del presente estudio = punto de corte establecido por el VI Simposio mundial de hipertensión pulmonar

Ha: Punto de corte para determinar hipertensión arterial pulmonar del presente estudio \neq punto de corte establecido por el VI Simposio mundial de hipertensión pulmonar

B. Objetivos

1. General

Determinar los valores normales de presión arterial pulmonar en pacientes pediátricos que viven a diferentes niveles de altura en los Hospitales de EsSalud de Juliaca e Ilo en el año 2023

2. Específicos

- a) Precisar los valores normales de la presión sistólica arterial pulmonar en pacientes pediátricos que viven a diferentes niveles de altura en los Hospitales de EsSalud de Juliaca e Ilo en el año 2023
- b) Identificar los valores normales de la presión media arterial pulmonar en pacientes pediátricos que viven a diferentes niveles de altura en los Hospitales de EsSalud de Juliaca e Ilo en el año 2023
- c) Establecer la diferencia de la disminución de la presión arterial pulmonar en pacientes pediátricos que viven a diferentes niveles de altura en los Hospitales de EsSalud de Juliaca e Ilo en el año 2023
- d) Determinar el punto de corte para determinar hipertensión arterial pulmonar en pacientes pediátricos que viven a diferentes niveles de altura en los Hospitales de EsSalud de Juliaca e Ilo en el año 2023
- e) Precisar la diferencia del punto de corte para determinar hipertensión arterial pulmonar que se determinará en el presente estudio con el punto de corte establecido por el VI Simposio mundial de hipertensión pulmonar en población



pediátrica que viven a diferentes niveles de altura en los Hospitales de EsSalud de Juliaca e Ilo en el año 2023

C. Variables y Operacionalización de variables:

Variable dependiente:

- Presión sistólica arterial pulmonar, presión media arterial pulmonar

Variables independientes:

- Edad, sexo, raza, peso, talla, índice de masa corporal, nivel de hemoglobina, saturación de oxígeno, lugar de nacimiento, residencia actual, permanencia de residencia actual, altitud de residencia actual

Operacionalización de variables:

Variables dependientes:

Variable	Indicador	Unidad/Categoría	Escala	Tipo de variable
Presión sistólica arterial pulmonar	mm de Hg	> 40 ≤ 40	Razón	Cuantitativa
Presión media arterial pulmonar	mm de Hg	> 20 ≤ 20	Razón	Cuantitativa



Variables independientes

Variable	Indicador	Unidad/Categoría	Escala	Tipo de variable
Edad	años	< 1 año 1 a 4 5 a 13	Razón	Cuantitativa
Sexo	Caracteres sexuales secundarios	Masculino Femenino	Nominal	Cualitativa
Raza	Caracteres físicos	Mestizo Blanca Moreno Otros	Nominal	Cualitativa
Peso	Kg	< 5 6 a 15 16 a 30 31 a 45 > 45	Razón	Cuantitativa
Talla	Metros	< 0.5 0.6 a 0.9 1 a 1.5 > 1.5	Razón	Cuantitativa
Índice de masa corporal	Kg/m ²	Bajo peso Normal Sobrepeso Obesidad	Razón	Cuantitativa continua
Nivel de hemoglobina	mg/dl	< 9 9 a 13 14 a 16 > 16	Razón	Cuantitativa
Saturación de oxígeno	%	> 95 90 a 95 < 90	Razón	Cuantitativa
Lugar de nacimiento	DNI	ciudad donde nació	Nominal	Cualitativa
Residencia actual	DNI	Ciudad donde vive	Nominal	Cualitativa
Permanencia de residencia actual	Años	< 1 1 a 3 > 3	Razón	Cuantitativa continua
Altitud de residencia actual	Metros sobre el nivel del mar	15 3824	Intervalo	Cuantitativa



CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

A. Tipo de investigación:

El tipo de investigación será analítico, observacional, prospectivo y transversal, analítico porque se comparará los valores de la presión arterial pulmonar en los 2 hospitales; observacional porque no se manipulará ninguna variable; prospectivo porque los datos se irán recopilando en el futuro conforme los pacientes ingresen al servicio de pediatría de cada hospital y transversal porque se recogerá información en una sola medición.

B. Diseño de investigación:

El diseño será no experimental, porque no habrá manipulación de las variables.

C. Población y Muestra.

1. Población:

La población estará compuesta por todos los pacientes de 4 meses a 13 años, hospitalizados en el servicio de pediatría del Hospital III EsSalud y Hospital II EsSalud Ilo, durante los meses de febrero a junio del 2023

2. Tamaño de muestra:

No se calculará tamaño de muestra, ingresarán al estudio todos los pacientes de 4 meses a 13 años, hospitalizados en el servicio de pediatría del Hospital III EsSalud Juliaca y Hospital II EsSalud Ilo, durante los meses de febrero a junio del 2023

3. Selección de la muestra:

La selección de la muestra será no probabilística, por conveniencia, los participantes serán incluidos en forma consecutiva tal como vayan ingresando al servicio de pediatría de los hospitales donde se realizará el estudio, siempre y cuando cumplan con los criterios de selección.



D. Criterios de selección.

1. Criterios de inclusión

- Pacientes de 4 meses a 13 años
- Hospitalizados en el servicio de pediatría del Hospital III EsSalud Juliaca y Hospital II EsSalud Ilo, durante los meses de febrero a junio del 2023
- Que tengan historias clínicas con datos completos
- Que tengan el consentimiento de los padres para realizar el estudio

2. Criterios de exclusión

- Pacientes con cardiopatías congénitas o adquiridas
- Pacientes con patologías respiratorias agudas o crónicas
- Pacientes con patología renal crónica
- Pacientes con anemia severa
- Pacientes hemodinámicamente inestables

E. Material y Métodos:

Métodos:

Para medir la presión arterial pulmonar se utilizará el ecocardiógrafo modelo General Electric Vivid E9 con el cual se realizará la medición de la presión sistólica arterial pulmonar (PSAP) mediante el cálculo de la velocidad máxima del reflujo tricuspídeo y este resultado se traspolará a la ecuación de Bernoulli (50)

$$PSVD = 4(VmaxRT)^2 + PAD$$

Donde:

PSVD: presión sistólica del ventrículo derecho

VmaxRT: velocidad máxima del reflujo tricuspídeo

PAD: presión auricular derecha

En ausencia de obstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho o estenosis de la válvula pulmonar la PSVD será igual a PSAP.



La PAD se estimará mediante el colapso inspiratorio de la vena cava inferior en modo M subcostal, la PAD será de 5 mmHg si colapsa > 50% y 15 mmHg si colapsa < 50% (47)

La presión arterial pulmonar media (PAPm) se obtendrá con la fórmula de Chemla et al. (51)

$$PAPm = (0.61 \times PSAP) + 2$$

F. Instrumentos y procedimientos de recolección de datos.

1. Instrumentos:

Se utilizará una ficha de recolección de datos (anexo 1), la ficha será validada por juicio de expertos especialistas en cardiología del Hospital III EsSalud Juliaca (anexo 2).

2. Procedimiento de recolección de datos:

- Se solicitará la autorización de la dirección del hospital y del jefe del servicio de Pediatría del Hospital III EsSalud Juliaca y Hospital II EsSalud Ilo.
- Se realizará una reunión con los médicos especialistas del servicio de pediatría de ambos hospitales para explicarles sobre el estudio de investigación y solicitar su participación en dicho estudio.
- El investigador visitará en forma diaria el servicio de pediatría del Hospital III EsSalud Juliaca y realizará la ecocardiografía a los pacientes que ingresaron ese día, previa firma del consentimiento informado y registrará la información en la ficha de recolección de datos.
- Se coordinará con un especialista de pediatría del Hospital II EsSalud Ilo para que en forma diaria visite el servicio de pediatría y tome la ecocardiografía a los pacientes que ingresaron ese día, previa firma del consentimiento informado y registrará la información en la ficha de recolección de datos.

G. Análisis estadístico de datos.

El análisis se realizará con un nivel de confianza de 95% utilizando el programa estadístico SPSS versión 21.



Primero se calculará los valores normales de presión arterial pulmonar, luego se comparará los valores encontrados en EsSalud Juliaca con los valores de EsSalud Ilo, seguidamente se determinará el punto de corte para discriminar hipertensión pulmonar y finalmente se comparará los puntos de corte obtenidos en el estudio con los puntos de corte establecidos por el VI Simposio mundial de hipertensión pulmonar.

1. Para calcular los valores normales de la presión arterial pulmonar se utilizará la media aritmética y la desviación estándar, consideraremos valores normales de presión arterial pulmonar aquellos que se encuentren entre +/- 2 desviaciones estándar de la media aritmética obtenida.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n}}$$

Donde:

σ : desviación estándar

x: valores de presión arterial pulmonar

\bar{x} : media aritmética de los valores obtenidos

n: número de pacientes evaluados

2. Para las variables cuantitativas se aplicara el test de Shapiro-Wilk para determinar su distribución normal.

Formula del test de Shapiro-Wilk

$$W = \frac{(\sum ax)^2}{\sum(x - \bar{x})^2}$$

Donde:

W: test Shapiro-Wilk

x: número que ocupa en la posición de la muestra

a: calculo con matriz de covarianza

\bar{x} : *media muestral*

Interpretación:



- Si $W > 0.5$ existe distribución normal.
- Si $W \leq 0.5$ no existe distribución normal.

Si las variables tienen distribución normal, para determinar la diferencia de la presión arterial pulmonar se utilizará la t de Student:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

$$gL = n_1 + n_2 - 2$$

Donde:

\bar{X}_1 : Media aritmética de la presión arterial pulmonar en EsSalud Juliaca

\bar{X}_2 : Media aritmética de la presión arterial pulmonar en EsSalud Ilo

n_1 : Número de mediciones realizadas en EsSalud Juliaca

n_2 : Número de mediciones realizadas en EsSalud Ilo

gL : Grados de libertad

S_p^2 : Varianza promedio

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Donde:

S_1^2 : Varianza de la presión arterial a gran altitud

S_2^2 : Varianza de la presión arterial a nivel del mar

S_1^2 : $(\sigma_1)^2$

S_2^2 : $(\sigma_2)^2$

σ : desviación estándar

Interpretación:

- Si el valor de $p < 0.05$ entonces existe diferencia entre las medias de las presiones arteriales pulmonares de ambos hospitales.
- Si el valor de $p \geq 0.05$ entonces no existe diferencia entre las medias de las presiones arteriales pulmonares de ambos hospitales.



3. Para determinar el punto de corte que discrimine hipertensión pulmonar se utilizará regresión lineal simple para cada uno de los hospitales, luego se ajustara la regresión lineal simple por las variables edad, sexo, raza, peso, talla, índice de masa corporal, nivel de hemoglobina, saturación de oxígeno y se elaborará la curva ROC que indicará el punto de corte óptimo.
4. Para comparar los puntos de corte encontrados en el presente estudio con lo descrito en el VI Simposio mundial de hipertensión pulmonar se aplicará la prueba post hoc utilizando el procedimiento de Dunn's con corrección de Bonferroni.

H. Aspectos éticos:

El estudio será presentado al comité de ética del Hospital EsSalud III de Juliaca para su aprobación.

Los datos serán utilizados únicamente con fines de investigación y no serán divulgados.

Los resultados de la ecocardiografía serán entregados en forma personal y confidencial a los padres o tutores de los niños.

Se respetará la confidencialidad de las historias clínicas y los datos de los pacientes.

Para que los pacientes ingresen al estudio, se les hará firmar el consentimiento informado a los padres o tutores (anexo 3)



CAPÍTULO V

CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO

A. Cronograma:

ACTIVIDAD	2023			
	ENE	FEB a JUN	JUL	AGO
1. Planteamiento del Problema y revisión de Bibliografía	X			
2. Elaboración del proyecto	X			
3. Presentación del Proyecto	X			
4. Recolección de datos		X		
5. Procesamiento de datos			X	
6. Elaboración de informe Final				X
7. Presentación del Informe final				X

B. Presupuesto:

GASTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/)	COSTO TOTAL (S/)
Material de escritorio	Varios	---	----	170.00
Asesor estadístico	Consultas	2	200	400.00
Material de computo	Varios	---	---	50.00
Fotocopiado	Varios	---	---	40.00
Pasajes del investigador	Pasaje	10	20	200.00
TOTAL				860.00

Fuente de financiamiento: El estudio será financiado por el investigador.



CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Xu X, Jing Z. High-altitude pulmonary hypertension. *Eur Respir Rev* [Internet]. 2009 [citado 2022 Dic 31]; 18(111):13–17. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20956117/>
2. Moledina S, Hislop A, Foster H, Schulze I, Hawort S. Childhood idiopathic pulmonary arterial hypertension: a national cohort study. *Heart* [Internet]. 2010 [citado 2022 Dic 31]; 96(17):1401. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20406768/>
3. Van Loon R, Roofthoof M, Hillege H, Arent D, Osch M, Delhas T, et al. Pediatric pulmonary hypertension in the Netherlands: epidemiology and characterization during the period 1991 to 2005. *Circulation* [Internet]. 2011 [citado 2022 Dic 31]; 124(16):1755. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21947294/>
4. Cerro M, Sabate A, Rodriguez A, Mendoza A, Quero M, Gavilan J, et al. Assessing pulmonary hypertensive vascular disease in childhood: data from the Spanish registry. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 2014 [citado 2022 Dic 31]; 190(12):1421. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25379685/>
5. Maxwell B, Nies M, Ajuba Ch, Coulson J, Romer L. Trends in hospitalization for pediatric pulmonary hypertension. *Pediatrics* [Internet]. 2015 [citado 2022 Dic 31]; 136(2):241. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26148956/>
6. Frank D, Crystal M, Morales D, Gerald K, Hanna B, Mallory G, et al. Trends in pediatric pulmonary hypertension-related hospitalizations in the United States from 2000-2009. *Pulm Circ* [Internet]. 2015 [citado 2022 Dic 31]; 5(2):339. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4449246/>
7. Pumacayo S, Skrabonja A, Quea E. Hipertensión pulmonar en niños peruanos. *Rev Colomb Cardiol* [Internet]. 2019 [citado 2022 Dic 31]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcca/v26n4/0120-5633-rcca-26-04-00228.pdf>
8. Diaz G. Pulmonary hypertension at moderate altitude in children. *Rev Colomb Cardiol* [Internet]. 2012 [citado 2022 Dic 31]; 19(4):199–207. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-56332012000400009
9. INEI. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas [Internet]. 2018 [citado 2022 Dic 31]. Disponible en:



- https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf
10. Lu D, Tong X, Liu Y, Zhang H. Reference Values for Point-of-Care Echocardiographic Measurements of Preterm Infants in China. *Front Pediatr* [Internet]. 2022 [citado 2022 Dic 31]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35844737/>
 11. Chen X, Liu B, Deng Y, Yang F, Wang W, Lin X, et al. Cardiac Adaptation to Prolonged High Altitude Migration Assessed by Speckle Tracking Echocardiography. *Front Cardiovasc Med* [Internet]. 2022 [citado 2022 Dic 31]; 9. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcvm.2022.856749/full>
 12. Liu G, Zhao L, Zu Q, Lang M, Xiao R. Cardiac adaptation to high altitudes after short- and long-term exposure among Chinese Han lowlanders. *Echocardiography* [Internet]. 2022 [citado 2022 Dic 31]; 39(3):465–472. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35118707/>
 13. Ashrafi A, Lai W, Gaffar S, Renella P. Normative Echocardiographic Values for Right and Left Ventricular Function in Extremely Premature Neonates. *J Pediatr* [Internet]. 2021 [citado 2022 Dic 31]; 236:34–39. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34022248/>
 14. Bischoff A, Giesinger R, Rios D, Mertens L, AShwath L, Namara P. Anatomic Concordance of Neonatologist-Performed Echocardiography as Part of Hemodynamics Consultation and Pediatric Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr* [Internet]. 2021 [citado 2022 Dic 31]; 34(4):301–307. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33220434>
 15. Gaulton J, Mercer L, Glatsz A, Jensen E, Capone V, Acoot C, et al. Relationship between pulmonary artery acceleration time and pulmonary artery pressures in infants. *Echocardiography* [Internet]. 2019[citado 2022 Dic 31]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31260138/>
 16. Kyranis S, Latona J, Patts D, Kelly N, Savage M, Brown N, et al. Improving the echocardiographic assessment of pulmonary pressure using the tricuspid regurgitant signal The “chin” vs the “beard.” *Echocardiography* [Internet]. 2018; 35(8):1085–1096. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29676489/>



17. Jain A, Mohamed A, Kananangh E, Shaj P, Kuipers B, Khuffash A, et al. Cardiopulmonary Adaptation During First Day of Life in Human Neonates. *J Pediatr* [Internet]. 2018[citado 2022 Dic 31]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29803302/>
18. Yang Y, Zha D, Mao W, Zhi G, Feng B, Chen Y, et al. Comparison of Echocardiographic Parameters Between Healthy Highlanders in Tibet and Lowlanders in Beijing. *HIGH Alt Med Biol* [Internet]. 2018 [citado 2022 Dic 31]; 19(3):259–264. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30118327/>
19. Majonga E, Rehman A, McHugh G, Mujuru H, Nathoo K, Patel M, et al. Echocardiographic reference ranges in older children and adolescents in sub-Saharan Africa. *Int J Cardiol* [Internet]. 2017 [citado 2022 Dic 31]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28711335/>
20. Zivanovic S, Pushparajah K, Calvert S, Marlow N, Razavi R, Peacock J, et al. Pulmonary Artery Pressures in School-Age Children Born Prematurely. *J Pediatr* [Internet]. 2017 [citado 2022 Dic 31]; 191. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29173320/>
21. Kula S, Pektas A. A review of pediatric pulmonary hypertension with new guidelines. *Turkish J Med Sci* [Internet]. 2017 [citado 2022 Dic 31]; 47(2):375–380. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28425226/>
22. Soria R, Egger M, Scherre U, Bender N, Rimoldi S. Pulmonary artery pressure and arterial oxygen saturation in people living at high or low altitude: systematic review and meta-analysis. *J Appl Physiol* [Internet]. 2016 [citado 2022 Dic 31]; 121(5):1151–1159. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27660297/>
23. Qi H, Xu S, Ma R. Comparación de parámetros ecocardiográficos en niños chinos sanos nacidos y viviendo a gran altura o al nivel del mar. *Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi* [Internet]. 2015 [citado 2022 Dic 31]; 43(9). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26652816/>
24. Niermeyer S, Andrade M, Vargas E, Moore L. Neonatal oxygenation, pulmonary hypertension, and evolutionary adaptation to high altitude. *Pulm Circ*. 2015 [citado 2022 Dic 31]; 5(1):48–62. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4405714/>



25. Qi H, Ma R, Jiang L, Li S, Mai S, Chen J, et al. Anatomical and hemodynamic evaluations of the heart and pulmonary arterial pressure in healthy children residing at high altitude in China. *Int J Cardiol Hear Vasc* [Internet]. 2015 [citado 2022 Dic 31]; 7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5497184/>
26. Jácome Lobo G. Evolución de la presión pulmonar en recién nacidos clínicamente sanos hasta los tres primeros meses de vida a moderada altura, en la ciudad de Bogotá a 2640 metros sobre el nivel del mar. Universidad de Colombia [Internet]; 2014 [citado 2022 Dic 31]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/21486/gabrielajacomelobo.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
27. Aparicio O, Salinas C, Farfan J, Jauregui P, Murillo W, Villanueva J. Evaluación mediante Ecocardiografía Doppler de la Presión Arterial Pulmonar en niños de Altura (La Paz, Bolivia 3600-4000 m.). *Cuad Hosp Clínicas* [Internet]. 2007 [citado 2022 Dic 31]; 52(2). Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1652-67762007000200002
28. Pang Y, Ma R, Qui H, Sun K. Comparative study of the indexes of pulmonary arterial pressure of healthy children at different altitudes by Doppler echocardiography. *Chin J Pediatr* [Internet]. 2004 [citado 2022 Dic 31]; 42(8). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15347446/>
29. Peñaloza D, Arias J. Hemodinamica cardiopulmonar en niños nativos de grandes alturas. *Rev Peru Cardiol* [Internet]. 2011 [citado 2022 Dic 31]; 37(1). Disponible en: <http://repebis.upch.edu.pe/articulos/rpc/v37n1/a5.pdf>
30. Huicho L, Muro M, Pacheco A, Silva J, Gloria E, Marticorena E, et al. Cross-sectional study of echocardiographic characteristics in healthy children living at high altitude. *Am J Hum Biol* [Internet]. 2005 [citado 2022 Dic 31]; 17(6):704–717. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16254900/>
31. Teitel D, Iwamoto H, Rudolph A. Changes in the pulmonary circulation during birth related events. *Pediatr Res* [Internet]. 1990 [citado 2022 Dic 31]; 27:372–378. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2342829/>
32. Lakshminrusimha S. The pulmonary circulation in neonatal respiratory failure. *Clínicas en Perinatol* [Internet]. 2012 [citado 2022 Dic 31]; 39(3):655–683. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22954275/>



33. Randala M, Eronen M, Pohjavuori M, Pesonen E. Pulmonary artery pressure in term and preterm neonates. *Acta Paediatr* [Internet]. 1996 [citado 2022 Dic 31]; 85:1344–1347. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8955463/>
34. Gao Y, Cornfield D, Stenmark K, Thebaud B, Abman S, Raj U. Unique aspects of the developing lung circulation: structural development and regulation of vasomotor tone. *Pulm Circ*. 2016 [citado 2022 Dic 31]; 6:407–425. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5130074/>
35. Park M, Salamat M. *Park's Pediatric Cardiology for Practitioners*. Seventh Ed [Internet]. 2021 [citado 2022 Dic 31]. Disponible en: <https://www.elsevier.com/books/park's-pediatric-cardiology-for-practitioners/978-0-323-68107-0>
36. Santos L, Gómez R, Murillo C, Hoyos R, Poyares C, Orozco M. Exposición crónica a la altura. Características clínicas y diagnóstico. *Arch Cardiol Mex* [Internet]. 2021 [citado 2022 Dic 31]; 91(4):500–507. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8641469/>
37. Montes de Oca M, Xóchitl Olivera C, Franco J. Ajuste de la relación PaO₂/FiO₂ a la presión barométrica: Presión barométrica-PaO₂/FiO₂. *Rev la Asoc Mex Med Crítica y Ter Intensiva* [Internet]. 2010 [citado 2022 Dic 31]; 24(1):8–12. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medcri/ti-2010/ti101b.pdf>
38. Peñaloza D. Efectos de la exposición a grandes alturas en la circulación pulmonar. *Rev Española Cardiol* [Internet]. 2012 [citado 2022 Dic 31]. Disponible en: <https://www.revespcardiol.org/es-efectos-exposicion-grandes-alturas-circulacion-articulo-S0300893212004605>
39. Hansmann G, Koestenberger M. 2019 Updated Consensus Statement on the Diagnosis and Treatment of Pediatric Pulmonary Hypertension. The European Pediatric Pulmonary Vascular Disease Network (EPPVDN), endorsed by AEPC, ESPR and ISHLT. *J Hear Lung Transplant* [Internet]. 2019 [citado 2022 Dic 31]; 38(9):879–901. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31495407/>
40. Sime F, Banchemo N, Peñaloza D, Gamboa R, Cruz J, Marticorena E. Pulmonary hypertension in children born and living at high altitudes. *Am J Cardiol* [Internet]. 1963 [citado 2022 Dic 31]; 11(2):143–149. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/13992990/>



41. Peñaloza D, Sime F, Banchemo N, Gamboa R, Cruz J, Marticorena E. Pulmonary hypertension in healthy men born and living at high altitudes. *Am J Cardiol* [Internet]. 1963 [citado 2022 Dic 31]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0002914963900559>
42. Arias J, Saldaña M. The Terminal Portion of the Pulmonary Arterial Tree in People Native to High Altitudes. *Circulation* [Internet]. 1963 [citado 2022 Dic 31]; 28. Disponible en: <https://www.ahajournals.org/doi/pdf/10.1161/01.CIR.28.5.915>
43. Moore L, Armaza F. Comparative aspects of high-altitude adaptation in human populations. *Adv Exp Med Biol* [Internet]. 2000 [citado 2022 Dic 31]; 475:45–62. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10849648/>
44. Julian C, Moore L. Human Genetic Adaptation to High Altitude: Evidence from the Andes. *Genes (Basel)* [Internet]. 2019 [citado 2022 Dic 31]; 10(2). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30781443/>
45. Ryding A. *Essential Echocardiography*. second edi. Elsevier [Internet]; 2013:1–10. Disponible en: <https://www.elsevier.ca/ca/product.jsp?isbn=9780702045523>
46. Tissot C, Singh Y. Neonatal functional echocardiography. *Curr Opin Pediatr* [Internet]. 2020 [citado 2022 Dic 31]; 32(2):235–244. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32068595/>
47. Kucera F. *Atlas of Pediatric Echocardiography*. Elsevier [Internet]. 2021 [citado 2022 Dic 31]. Disponible en: <https://www.elsevier.com/books/atlas-of-pediatric-echocardiography/978-0-323-75981-6>
48. Kamra K, Punn R. Role of echocardiography in the assessment of right ventricular function in the pediatric population. *Paediatr Anaesth* [Internet]. 2019 [citado 2022 Dic 31]; 29(5):530–538. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30934152/>
49. Naeije R. Physiology of the pulmonary circulation and the right heart. *Curr Hypertens Rep* [Internet]. 2013 [citado 2022 Dic 31]; 15(6):623–631. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24097187/>
50. Otto C. *The Practice of Clinical Echocardiography*. Sixth Edit. Elsevier [Internet]. 2022 [citado 2022 Dic 31]. Disponible en: <https://www.elsevier.com/books/the-practice-of-clinical-echocardiography/otto/978-0-323-69728-6>
51. Chemla D, Castelain V, Humbert M, Herbert J, Simonneau G, Lecanpertir Y, et al. New formula for predicting mean pulmonary artery pressure using systolic pulmonary



artery pressure. CHEST J [Internet]. 2004 [citado 2022 Dic 31]; 126(4):1313–1317.

Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15486398/>

52. Taleb M, Khuder S. The Diagnostic Accuracy of Doppler Echocardiography in Assessment of Pulmonary Artery Systolic Pressure: A Meta-Analysis. Echocardiography [Internet]. 2013 [citado 2022 Dic 31]; 30(3). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23227919/>



CAPÍTULO VII ANEXOS

ANEXO 1

Ficha de recolección de datos:

VALORES NORMALES DE PRESION ARTERIAL PULMONAR EN PACIENTES PEDIATRICOS QUE VIVEN A DIFERENTES NIVELES DE ALTURA EN LOS HOSPITALES DE ESSALUD DE JULIACA E ILO EN EL AÑO 2023

1. Nombre:
2. N° HC:
3. Edad: años: meses:
4. Sexo: a) Masculino () b) Femenino ()
5. Raza:
6. Peso: Kg
7. Talla: mts
8. Índice de masa corporal: Kg/m²
9. Saturación de oxígeno: %
10. Nivel de hemoglobina: mg/dl
11. Lugar de nacimiento: altitud aprox: msnm
12. Residencia actual: altitud aprox: msnm
13. Permanencia de residencia actual: años: Meses:
14. Antecedentes patológicos:
 - a) Patologías cardíacas (no) (si) especificar:
 - b) Patologías respiratorias crónicas (no) (si) especificar:
 - c) Patologías renales crónicas (no) (si) especificar:
 - d) Anemia (no) (si) a) leve () b) moderada () c) severa ()
 - e) Otros:
15. Motivo de hospitalización:
16. Evaluación ecocardiográfica:
 - a) PSAP: mmHg
 - b) PAPm: mmHg



ANEXO 2

Validación del instrumento por experto

VALORES NORMALES DE PRESION ARTERIAL PULMONAR EN PACIENTES PEDIATRICOS QUE VIVEN A DIFERENTES NIVELES DE ALTURA EN LOS HOSPITALES DE ESSALUD DE JULIACA E ILO EN EL AÑO 2023

No.	INDICADORES DE EVALUACION	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		01-09	10-12	13-15	16-18	19 a 20
1	Claridad					
2	Objetividad					
3	Actualidad					
4	Organización					
5	Suficiencia					
6	Intencionalidad					
7	Consistencia					
8	Coherencia					
9	Metodología					
10	Conveniencia					
Sub total						
Total						

Valoración cuantitativa: (total * 0.1):

Valoración cualitativa:

Aplicable ()

Corregir ()

No aplicable ()

Juliaca/Ilo.....de.....del 20.....

Apellidos y nombres del juez evaluador:.....

CMP:.....

Especialidad del evaluador:.....

.....

FIRMA



ANEXO 3

Consentimiento Informado

VALORES NORMALES DE PRESION ARTERIAL PULMONAR EN PACIENTES PEDIATRICOS QUE VIVEN A DIFERENTES NIVELES DE ALTURA EN LOS HOSPITALES DE ESSALUD DE JULIACA E ILO EN EL AÑO 2023

Sr (a).

Se quiere determinar los valores normales de presión arterial pulmonar en niños en Juliaca e Ilo, para lo cual estamos realizando un estudio de investigación titulado VALORES NORMALES DE PRESION ARTERIAL PULMONAR EN PACIENTES PEDIATRICOS QUE VIVEN A DIFERENTES NIVELES DE ALTURA EN LOS HOSPITALES DE ESSALUD DE JULIACA E ILO EN EL AÑO 2023, por esta razón invitamos a Ud para que su hijo (a) participe en esta investigación, para esto es necesario su autorización, debo mencionarle que otros niños también participarán en el estudio. En el estudio se le tomará una ecocardiografía al niño y a Ud se le hará algunas preguntas sobre sus datos generales. El riesgo será el mismo que se tiene al tomar una ecocardiografía en cualquier momento. Cualquier complicación u otro tratamiento serán atendidos en el hospital. Por la participación en este estudio no recibirá ningún pago económico. La información sobre los datos personales será utilizada en forma confidencial, los resultados de la ecocardiografía se le entregarán en forma personal y la información será utilizada única y exclusivamente con fines de esta investigación.

Después de haber escuchado la explicación sobre el estudio, consiento voluntariamente que mi hijo (a) participe en el estudio y tengo el derecho a retirarlo de la investigación en el momento que lo desee.

El presente consentimiento informado se firma en dos ejemplares. Uno de los documentos queda en poder del investigador y el otro en poder del padre o madre o tutor.

Para dar fe de lo descrito anteriormente firmo a continuación.

Lugar y Fecha:

Nombre del padre o madre o tutor:

Firma: DNI:

Nombre del investigador:

Firma: DNI: