

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Escuela Académico Profesional de Medicina Humana

Tesis

**Correlación entre los índices SpO₂/FiO₂ y PaO₂/FiO₂
en SDRA ocasionado por SARS-COV-2 en residentes
de gran altitud del Hospital Nacional Ramiro Prialé
Prialé, Huancayo 2020 - 2021**

Miriam Vanessa Patiño Ponce
Cristian Rene Yaro Medina

Para optar el Título Profesional de
Médico Cirujano

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

DEDICATORIA

A mi madre, por haber sostenido mi hogar como un robusto árbol y haber hecho crecer dos ramas a pesar de las tantas inclemencias de las estaciones. Las ramas, madre mía, son tus hijas, que a diario te admiran y te adoran.

A mi hermana, por tener siempre presente que provenimos de la misma raíz y por haber compartido sus hojas conmigo. Las hojas, hermana mía, son las lecciones que la vida nos ha dado y de las que seguimos aprendiendo.

Miriam

A mi hermano, José Luis Yaro Medina, quien desde donde se encuentre, será mi guía en mi formación académica.

A mi madre, quien me demostró que los ideales por los que uno lucha se hacen realidad a base de disciplina y amor por lo que se hace.

A mi esposa Dalia y mi hijo Fernando, quienes son columna principal que sostiene mi vida y la añoranza de un mundo mejor.

Cristian

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias, que sentaron en nosotros buenos cimientos para mantenernos firmes en esta larga, desafiante pero satisfactoria carrera.

A nuestros docentes, que nos impartieron lecciones en todo este tiempo, con quienes reafirmamos nuestro amor por la medicina.

Al M. C. Walter Calderón Gerstein, quien nos brindó las pautas, consejos y ánimos necesarios para concretar este trabajo de investigación.

Al M. C. Benjamín Jordán Arias, quien compartió con nosotros sus conocimientos como especialista, siendo de vital importancia para esta tesis.

A los profesionales de la salud, que le hicieron frente a la pandemia de covid-19 con suma gallardía, aún a expensas de sus propias vidas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	i
Agradecimientos	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	ix
Abstract	xi
Introducción	xii
CAPÍTULO I	14
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	14
1.1. Delimitación de la investigación.....	14
1.1.1. Territorial	14
1.1.2. Temporal	14
1.1.3. Conceptual.....	14
1.1.4. Práctico.....	14
1.2. Planteamiento del problema	15
1.3. Formulación del problema.....	16
1.3.1. Problema general.....	16
1.3.2. Problemas específicos	16
1.4. Objetivos de la investigación.....	17
1.4.1. Objetivo general	17
1.4.2. Objetivos específicos.....	17
1.5. Justificación.....	17
CAPÍTULO II	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes de la investigación.....	19
2.1.1. Antecedentes internacionales	19
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	22
2.2. Bases teóricas	23
2.2.1. SARS-CoV-2.....	23
2.2.1.1. Estructura del SARS-CoV-2.....	23
2.2.1.2. Adhesión e ingreso del SARS-CoV-2 a la célula huésped	23
2.2.1.3. Replicación, transcripción y traducción del SARS-CoV-2	24
2.2.1.4. Salida del SARS-CoV-2 de la célula huésped.....	25

2.2.2. Neumonía por SARS-CoV-2.....	26
2.2.2.1. Transmisión	26
2.2.2.2. Patogenia	26
2.2.2.3. Evolución.....	26
2.2.2.4. Métodos diagnósticos	27
2.2.2.5. Espectro clínico	28
2.2.2.6. Factores de riesgo	28
2.2.3. Síndrome de dificultad respiratoria aguda	29
2.2.3.1. Descripción.....	29
2.2.3.2. Fisiopatología	30
2.2.3.3. Diagnóstico.....	30
2.2.4. Consideraciones fisiológicas de la altitud.....	31
2.2.4.1. Características oxigenatorias en la altitud	31
2.2.4.2. Características de la circulación pulmonar en la altitud	32
2.2.4.3. Correlación de la altitud con la saturación arterial de oxígeno.....	32
2.2.4.4. Correlación de la altitud con el nivel de hemoglobina	32
2.2.4.5. Correlación de la altitud con la presión arterial pulmonar.....	33
2.2.4.6. Hipertensión pulmonar asociada a la altitud	33
2.3. Definición de términos básicos.....	33
2.3.1. Síndrome de dificultad respiratoria aguda por SARS-CoV-2	33
2.3.2. Insuficiencia respiratoria aguda.....	33
2.3.3. Hipoxemia.....	34
2.3.4. Altitud	34
2.3.5. Fracción inspirada de oxígeno	34
2.3.6. Presión parcial arterial de oxígeno.....	34
2.3.7. Índice PaO_2/FiO_2	35
2.3.8. Pulsioximetría	35
2.3.9. Índice SpO_2/FiO_2	35
CAPÍTULO III.....	36
HIPÓTESIS Y VARIABLES	36
3.1. Hipótesis.....	36
3.1.1. Hipótesis alterna	36
3.1.2. Hipótesis nula.....	36
3.2. Variables	37
CAPÍTULO IV	38
METODOLOGÍA	38

4.1. Método, tipo y nivel de investigación.....	38
4.1.1. Método de investigación.....	38
4.1.2. Tipo de investigación	38
4.1.3. Nivel de investigación	38
4.2. Diseño de la investigación	38
4.3. Población y muestra	38
4.3.1. Criterios de inclusión.....	39
4.3.2. Criterios de exclusión	39
4.4. Técnicas de recolección y análisis de datos	42
4.4.1. Recolección de datos	42
4.4.2. Análisis de datos.....	42
4.4.3. Procedimiento de la investigación	43
4.5. Declaración ética	44
CAPÍTULO V.....	45
RESULTADOS	45
5.1. Análisis univariado.....	45
5.1.1. Descripción de las características epidemiológicas	45
5.1.2. Análisis de la función respiratoria	47
5.1.3. Análisis de la función hemodinámica	50
5.2. Análisis bivariado.....	52
5.2.1. Análisis de la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2	52
5.3. Prueba de hipótesis	54
5.3.1. Prueba al ingreso a VM	55
5.3.1.1. Hipótesis estadísticas	55
5.3.1.2. Estadística de prueba	55
5.3.1.3. Regla de decisión.....	55
5.3.1.4. Valores calculados	56
5.3.1.5. Decisión estadística	56
5.3.1.6. Conclusión.....	57
5.3.2. Prueba a las 36 horas de VM.....	57
5.3.2.1. Hipótesis estadística.....	57
5.3.2.2. Estadística de prueba	57
5.3.2.3. Regla de decisión.....	57
5.3.2.4. Valores calculados	58
5.3.2.5. Decisión estadística	58
5.3.2.6. Conclusión.....	59

5.3.3. Prueba a los 4 días de VM.....	59
5.3.3.1. Hipótesis estadística.....	59
5.3.3.2. Estadística de prueba	59
5.3.3.3. Regla de decisión.....	59
5.3.3.4. Valores calculados	60
5.3.3.5. Decisión estadística	60
5.3.3.6. Conclusión.....	61
5.3.4. Prueba a los 7 días de VM.....	61
5.3.4.1. Hipótesis estadística.....	61
5.3.4.2. Estadística de prueba	61
5.3.4.3. Regla de decisión.....	61
5.3.4.4. Valores calculados	62
5.3.4.5. Decisión estadística	62
5.3.4.6. Conclusión.....	63
5.4. Discusión de resultados	63
Conclusiones.....	67
Lista de referencias	70
Anexos.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación CO-RADS de la Sociedad Holandesa de Radiología.....	28
Tabla 2. Severidad clínica de los pacientes con covid-19.....	28
Tabla 3. Criterios para el diagnóstico de SDRA.....	31
Tabla 4. Severidad de la hipoxemia	34
Tabla 5. Clasificación de la altitud	34
Tabla 6. Operacionalización de variables	37
Tabla 7. Características epidemiológicas de los residentes de gran altitud	45
Tabla 8. Estadísticos de las características epidemiológicas de los residentes.....	46
Tabla 9. Estadísticos de los parámetros de la función respiratoria	49
Tabla 10. Estadísticos de los parámetros de la función hemodinámica.	50
Tabla 11. Nivel de hemoglobina	52
Tabla 12. Uso de vasoactivos periféricos	52
Tabla 13. Evaluación de la normalidad de los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 con la prueba de Kolmogórov-Smirnov	53
Tabla 14. Coeficientes de correlación rho de Spearman entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2	53
Tabla 15. Coeficiente de correlación rho de Spearman entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 al ingreso a VM	56
Tabla 16. Coeficiente de correlación rho de Spearman entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a las 36 horas de VM	58
Tabla 17. Coeficiente de correlación rho de Spearman entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a los 4 días de VM	60
Tabla 18. Coeficiente de correlación rho de Spearman entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a los 7 días de VM	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Forma y estructura del virión de SARS-CoV-2	23
Figura 2. Entrada del SARS-CoV-2 a la célula diana.....	24
Figura 3. Organización genética de SARS-CoV-2	25
Figura 4. Replicación del SARS-CoV-2	25
Figura 5. Fases de la covid-19	26
Figura 6. Alveolo afectado por el SDRA	30
Figura 7. Flujograma del proceso de selección de pacientes	41
Figura 8. Diagramas de dispersión del índice SpO_2/FiO_2 y el índice PaO_2/FiO_2	54
Figura 9. Regiones de rechazo y aceptación de H_0	56
Figura 10. Regiones de rechazo y aceptación de H_0	58
Figura 11. Regiones de rechazo y aceptación de H_0	60
Figura 12. Regiones de rechazo y aceptación de H_0	62

RESUMEN

El SDRA (síndrome de dificultad respiratoria aguda) es la complicación más grave de la neumonía por SARS-CoV-2. Es difícil estimar su impacto por las diferencias demográficas y sanitarias entre países desarrollados y subdesarrollados, como el nuestro, sobre todo por la poca accesibilidad a gasometrías. El índice SpO_2/FiO_2 podría reemplazar al índice PaO_2/FiO_2 , ya que se obtiene de manera rápida y no invasiva, para identificar y monitorear a pacientes con SDRA, sobre todo en aquellos que residen en zonas de gran altitud. Esta característica geográfica genera cambios fisiológicos a nivel respiratorio y hemodinámico, por lo que influye en los índices oxigenatorios descritos. **Objetivo:** determinar la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2. **Metodología:** estudio observacional analítico retrospectivo, en el que se incluyeron a 254 pacientes adultos en ventilación mecánica admitidos en la UCI covid-19 del HNRPP (Hospital Nacional Ramiro Prialé Prialé) (3259 m s. n. m.), que contaran con gasometrías, resultados de exámenes de laboratorio y hojas de monitoreo de enfermería. Se emplearon fichas para recolectar datos generales del paciente, así como datos de la función respiratoria y hemodinámica. **Resultados:** la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en SDRA por SARS-CoV-2 en adultos residentes de gran altitud, acorde al coeficiente rho de Spearman, es positiva muy alta (0.890), y altamente significativa ($p < 0.01$). **Conclusión:** el cociente SpO_2/FiO_2 es tan eficiente como el cociente PaO_2/FiO_2 , por lo que sería un buen sustituto para la evaluación de pacientes con SDRA.

Palabras claves: covid-19, SDRA, ventilación mecánica

ABSTRACT

Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) is the most serious complication of SARS-CoV-2 pneumonia. It is difficult to estimate its impact due to the demographic and sanitary differences between developed and underdeveloped countries, such as ours, especially because of the poor accessibility to blood gases. The SpO_2/FiO_2 index could replace the PaO_2/FiO_2 index, since it is obtained quickly and noninvasively, to identify and monitor patients with ARDS, especially in those who live in high-altitude areas. This geographical characteristic generates physiological changes at respiratory and hemodynamic levels, and therefore influences the described oxygenation indices. **Objective:** to determine the correlation between SpO_2/FiO_2 and PaO_2/FiO_2 indices in adults living at high altitude with ARDS due to SARS-CoV-2. **Methodology:** retrospective analytical observational retrospective study, including 254 adult patients on mechanical ventilation admitted to the covid-19 ICU of Ramiro Prialé Prialé Hospital (3259 m a.s.l.), who had values of blood gases, laboratory test results and nursing monitoring sheets. Patient data sheets were used to collect general patient data, as well as respiratory function and hemodynamic data. **Results:** the correlation between SpO_2/FiO_2 and PaO_2/FiO_2 ratios in SARS-CoV-2 ARDS in high-altitude adult residents, according to Spearman's rho coefficient, is extremely high positive (0.890), and highly significant ($p < 0.01$). **Conclusion:** the SpO_2/FiO_2 ratio is as efficient as the PaO_2/FiO_2 ratio, so it would be a good surrogate for the assessment of patients with ARDS.

Keywords: ARDS, covid-19, mechanical ventilation

INTRODUCCIÓN

El SDRA es la complicación más grave de la neumonía por SARS-CoV-2. En Europa representó un tercio de los casos de coronavirus (1). Hay cuatro criterios para diagnosticarlo: 1) inicio de cuadro clínico menor a 7 días; 2) infiltrado pulmonar bilateral en un estudio imagenológico; 3) edema pulmonar no justificado principalmente por falla cardíaca; y 4) $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300$ mmHg (2).

Es difícil estimar el impacto del SDRA por las diferencias demográficas y sanitarias entre países desarrollados y subdesarrollados (3). En los últimos, hay poca accesibilidad a estudios de imagen o mediciones en sangre arterial, razón por la que, se propuso una modificación: reemplazar el $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ por el $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$, haciendo uso de la pulsioximetría. Este cálculo se obtendría de manera rápida para identificar tempranamente a pacientes con SDRA (4).

Los hospitales de Perú le hicieron frente a la pandemia por covid-19, con recursos limitados, ya que el «asedio» de infectados provocó que se consumieran los insumos rápidamente y que no se tomaran gasometrías arteriales, por lo que muchos casos de SDRA pasaban desapercibidos. Esto explica la necesidad de emplear otros indicadores oxigenatorios, como el índice $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$, para el diagnóstico oportuno del SDRA, que debe tener una reproducibilidad óptima con relación al $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$.

El objetivo de esta investigación es determinar la correlación entre los índices $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ y $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ en residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP de Huancayo, para ver si el cociente $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ es útil en nuestro medio para monitorear a este tipo de pacientes sin métodos invasivos.

El presente informe se estructura de la siguiente forma:

En el capítulo I, se menciona el planteamiento y formulación del problema, los objetivos y la justificación de la tesis.

En el capítulo II, se aborda el marco teórico, incluyendo antecedentes, bases teóricas y definición de términos empleados en la tesis.

En el capítulo III, se establecen las hipótesis (alterna y nula) y se detallan las variables a estudiar en la tesis.

En el capítulo IV, se explica la metodología aplicada para el desarrollo de la tesis, también se mencionan las técnicas e instrumentos utilizados para su desarrollo.

En el capítulo V, se detallan los resultados y la discusión.

Finalmente, se encuentran las conclusiones, recomendaciones, lista de referencias y anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Delimitación de la investigación

1.1.1. Territorial

El estudio se llevó a cabo en el HNRPP, ubicado en el distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

1.1.2. Temporal

La recolección y procesamiento de datos se realizó a finales del primer trimestre del año 2023, a partir de la revisión de historias clínicas de adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2, entre marzo de 2020 hasta diciembre de 2021.

1.1.3. Conceptual

El estudio fue de tipo correlacional cuantitativo, ya que tuvo el propósito de determinar la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-Cov-2.

1.1.4. Práctico

Los resultados de la investigación permitieron establecer que existe una correlación positiva significativa entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-Cov-2, siendo el SpO_2/FiO_2 un sustituto fidedigno del PaO_2/FiO_2 con una eficiencia comprobada.

1.2. Planteamiento del problema

A fines del 2019, las autoridades de Wuhan (China) emitieron un informe sobre una serie de casos de neumonía, cuya causa era desconocida. No fue hasta el 9 de enero de 2020, que identificaron al agente etiológico: un nuevo coronavirus (5). El Comité Internacional de Taxonomía del Virus lo denominó SARS-CoV-2 (6) y la enfermedad ocasionada por este, adoptó la designación de covid-19 (del inglés, «*coronavirus disease 2019*») (7).

El virus se propagó de forma rápida y alarmante, primero en el país originario y luego, en todos los demás, lo que obligó a la Organización Mundial de la Salud a declarar la covid-19 como pandemia (8). Hasta marzo de 2023, a nivel global, se han registrado alrededor de 760.4 millones de personas infectadas, donde, 6.8 millones han fallecido (9). En América, se estima que hubo cerca de 2.76 millones de decesos, constituyéndose como el continente con mayor tasa de mortalidad (10).

En Perú, se confirmó el primer caso de coronavirus el 6 de marzo de 2020 (11). Tras la noticia, se implementaron múltiples medidas de contención y se activaron protocolos para proteger la salud de los ciudadanos. Posteriormente, el 15 de marzo, llegaría lo inevitable: la declaración de un estado de emergencia e inicio de cuarentena obligatoria (12). Desde aquel primer paciente reportado hasta marzo de 2023, han contraído la enfermedad 4.13 millones de peruanos, siendo 219 617 las víctimas mortales (13).

La neumonía ocasionada por covid-19 presenta como complicación más grave el SDRA, que en países europeos representó un tercio de los casos de coronavirus (1). Esta entidad se caracteriza por la disociación entre la severidad de hipoxemia y la compensación relativa de la mecánica respiratoria. Hay cuatro criterios para diagnosticarlo: 1) inicio de cuadro clínico menor a 7 días; 2) infiltrado pulmonar bilateral en un estudio imagenológico (radiografía, tomografía computarizada o ecografía); 3) edema pulmonar no justificado principalmente por falla cardíaca (evidenciado de manera objetiva); y 4) $PaO_2/FiO_2 \leq 300$ mmHg (2).

El impacto del SDRA es difícil de estimar dadas las diferencias en la demografía, la economía y el sistema sanitario entre los países desarrollados y subdesarrollados (3). En los últimos, hay poca accesibilidad a los estudios de imagen, ventilación mecánica o mediciones en sangre arterial, razón por la que, se propuso una modificación: reemplazar el índice PaO_2/FiO_2 por el índice SpO_2/FiO_2 , haciendo uso de la oximetría de pulso. Este cálculo se

obtendría de manera rápida, sin requerir gasometría, para identificar tempranamente a pacientes con este síndrome clínico (4).

Los hospitales de nuestro país le hicieron frente a la pandemia por coronavirus, con recursos limitados, ya que el «asedio» de pacientes infectados a los diferentes establecimientos de salud provocó que se consumieran rápidamente los insumos y que no se tomaran gasometrías arteriales, por lo que muchos casos de síndrome de dificultad respiratoria aguda pasaban desapercibidos. Esto explica la necesidad de emplear otros indicadores oxigenatorios, como el índice SpO_2/FiO_2 , para el diagnóstico oportuno del SDRA, que debe tener una reproducibilidad óptima con relación al PaO_2/FiO_2 .

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en SDRA ocasionado por SARS-CoV-2 en adultos residentes de gran altitud del HNRPP, Huancayo, 2020 – 2021?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 al inicio de ventilación mecánica en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, Huancayo, 2020 – 2021?
- ¿Cuál es la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a las 36 horas del inicio de ventilación mecánica en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, Huancayo, 2020 – 2021?
- ¿Cuál es la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a los 4 días del inicio de ventilación mecánica en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, Huancayo, 2020 – 2021?
- ¿Cuál es la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a los 7 días del inicio de ventilación mecánica en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, Huancayo, 2020 – 2021?

- ¿Cuáles son las características epidemiológicas de los adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, Huancayo 2020 – 2021?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Determinar la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en SDRA ocasionado por SARS-CoV-2 en adultos residentes de gran altitud del HNRPP, Huancayo, 2020 – 2021.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 al inicio de ventilación mecánica en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, Huancayo, 2020 – 2021.
- Determinar la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a las 36 horas del inicio de ventilación mecánica en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, Huancayo, 2020 – 2021.
- Determinar la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a los 4 días del inicio de ventilación mecánica en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, Huancayo, 2020 – 2021.
- Determinar la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a los 7 días del inicio de ventilación mecánica en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, Huancayo, 2020 – 2021.
- Describir las características epidemiológicas de los residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, Huancayo, 2020 – 2021.

1.5. Justificación

El estudio Kigali, publicado en el 2016, demostró que el índice SpO_2/FiO_2 es reproducible con relación al índice PaO_2/FiO_2 , ya que sustenta valores equivalentes a cada grado de severidad del SDRA, que sirven para el diagnóstico oportuno con los recursos y materiales que tenga el establecimiento de salud (14, 15).

Dado el actual contexto sanitario, los resultados permitirán demostrar y proponer el uso del índice SpO_2/FiO_2 como índice oxigenatorio igual de reproducible que el índice PaO_2/FiO_2 ; además, demostrará su validez como criterio de SDRA en pacientes con covid-19, lo que contribuirá al acceso oportuno de diagnóstico y tratamiento del SDRA con la misma eficiencia que los indicadores comparados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

En el 2019, Wongsrichanalai (16) realizó un estudio observacional prospectivo, en el que reclutó a 24 pacientes con SDRA internados en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) del Hospital Phramongkutklao, Tailandia. Los resultados gasométricos se midieron mediante muestras de sangre arterial, mientras que los valores de SpO₂ se midieron con pulsioximetría y se registraron los ajustes del ventilador mecánico para determinar la relación entre los índices SF y PF. De las 735 mediciones, la relación entre SF y PF se describió mediante la siguiente ecuación: índice PF = 18,28 + 0,81 índice SF (p < 0,001; r = 0,781). Se propuso que la relación PF de 99,28, 180,28 y 261,28 se sustituya por una relación de SF de 100, 200 y 300 en los pacientes con SDRA, respectivamente. El investigador concluyó que el índice SF es un sustituto fiable del índice PF para identificar a los pacientes con SDRA.

En el 2021, Babu et al. (17) desarrollaron un estudio de tipo transversal retrospectivo, en el que incluyeron 300 pacientes de la uci con insuficiencia respiratoria hipoxémica, recolectando datos de la FiO₂, PaO₂, SpO₂ y el método de suplementación de oxígeno, calcularon los cocientes SpO₂/FiO₂ y PaO₂/FiO₂ y, luego, establecieron la correlación entre ellos. Los resultados obtenidos demostraron una correlación de Pearson positiva de r = 0,66 (p < 0,001), con valores umbrales para SpO₂/FiO₂ de 285 y 323 para PaO₂/FiO₂ de 200 y 300 respectivamente, con una sensibilidad y especificidad entre 70 y 80 %; concluyendo en que el índice SpO₂/FiO₂

puede usarse como sustituto del índice $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ en todas las modalidades de suplementación de oxígeno.

Kumar et al. (18), en el 2021, llevaron a cabo un estudio de tipo observacional prospectivo, en el que incluyeron a 80 pacientes adultos con covid-19 moderado a severo. La investigación demostró una correlación de Spearman positiva de $r = 0,86$; así también, el gráfico de dispersión de cocientes $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ y $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ (249 observaciones) demostró una correlación lineal; además, el índice $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ podría predecirse a partir del cociente $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, descrito por la ecuación de regresión lineal $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2 = 0,80 (\text{PaO}_2/\text{FiO}_2) + 59,8$ (IC 95 % para el coeficiente de regresión 0,71-0,89). En función a esta ecuación, el índice $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ de 219 y 299 corresponde al índice $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ de 200 y 300 ($p < 0,001$); concluyendo en que el cociente $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ se puede emplear como sustituto del cociente $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ en pacientes con neumonía por covid-19, pudiendo ser útil en entornos con recursos limitados.

En 2021, Catoire et al. (19), publicaron la investigación «*Assessment of the $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ ratio as a tool for hypoxemia screening in the emergency department*»; de tipo cohorte, observacional retrospectivo, que reclutó a 395 pacientes mayores de 18 años, de quienes se analizaron gasometrías. Entre $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ y $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, se obtuvo una correlación de Spearman de 0,799 (IC 95 % 0,747 – 0,842); además de un área bajo la curva ROC (AUC) para un $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ de 400 mmHg igual a 0,901 (IC 95 % 0,872–0,930); y para un $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ de 300 mmHg igual a 0,918 (IC 95 % 0,885–0,950). El análisis del rendimiento de $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ muestra una especificidad de $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2 > 470$ de 0,98 (IC 95 % 0,96-0,99) con un VPP (valor predictivo positivo) de 0,89 (IC 95 % 0,75-0,96) para $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 400$ mmHg. La especificidad de $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2 < 350$ fue de 0,95 (IC95 % 0,91-0,97) con VPP de 0,88 (IC95 % 0,84-0,91) para $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 300$ mmHg. Los investigadores concluyeron que el $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ podría ser un índice útil al ingreso hospitalario de pacientes que consultan por síntomas respiratorios agudos, particularmente con sospecha de covid-19.

A mediados del 2021, Wangbin et al. (20) ejecutaron un estudio en el que incluyeron a pacientes con SDRA de diferentes regiones de la provincia de Yunnan, China, quienes fueron divididos en 3 grupos, acorde a la altitud de la región: el primero (1800 m s. n. m.) estuvo conformado por 24 pacientes y se evaluaron 271 gasometrías; el segundo (3200 m s. n. m.), por 14 pacientes y un total de 47 muestras arteriales; y el tercero (2200 m s. n. m.), por 76 pacientes con la misma cantidad de gasometrías.

El índice PaO₂/FiO₂ (mmHg) en los grupos 1, 2 y 3 fue de 103 (79, 130), 168 (98, 195) y 232 (146, 271) respectivamente, mientras que la SpO₂/FiO₂ fue de 157 (128, 190), 419 (190, 445) y 319 (228, 446) respectivamente. El análisis de correlación de Spearman mostró que la PaO₂/FiO₂ estaba altamente correlacionada con la SpO₂/FiO₂ en los grupos 1, 2 y 3 (los valores de *r* fueron de 0,830, 0,951, 0,828, todos ellos *p* < 0,05). La ecuación de regresión se ajustó según el análisis lineal: en el grupo 1 SpO₂/FiO₂ = 58 + 0,97 × PaO₂/FiO₂ (R² = 0,548, *P* < 0,001); en el grupo 2 SpO₂/FiO₂ = 6 + 2,13 × PaO₂/FiO₂ (R² = 0,938, *P* < 0,001); en el grupo 3 SpO₂/FiO₂ = 53 + 1,33 × PaO₂/FiO₂ (R² = 0,828, *P* < 0,001).

También, se demostró que el área bajo la curva ROC (AUC) era de 0,848 y 0,916 en el grupo 1 con SDRA moderado a grave; basándose en la ecuación de regresión, los correspondientes valores de corte de SpO₂/FiO₂ a una PaO₂/FiO₂ de 100 mmHg y 200 mmHg fueron 155 y 252 con una sensibilidad del 84,9 % y 100 %, y una especificidad del 87,2 % y 70,6 %, respectivamente. En los pacientes con SDRA moderado a grave del grupo 2 (el AUC fue de 0,945 y 0,977), los valores de corte de SpO₂/FiO₂ correspondientes a PaO₂/FiO₂ de 100 mmHg y 200 mmHg fueron 219 y 432 con una sensibilidad del 100 % y 85,2 %, especificidad del 82,5 % y 100 %, respectivamente. En los pacientes con SDRA de leve a moderado-grave del grupo 3 (el AUC fue de 0,903 y 0,936), los valores de corte de SpO₂/FiO₂ correspondientes a una PaO₂/FiO₂ de 200 mmHg y 300 mmHg fueron de 319 y 452 con una sensibilidad del 100 % y el 100 %, y una especificidad del 80,9 % y el 86,2 %, respectivamente (20).

La investigación arrojó la conclusión de que los índices SpO₂/FiO₂ y PaO₂/FiO₂ en pacientes con SDRA a diferentes altitudes en la provincia de Yunnan tienen una buena correlación y que la SpO₂/FiO₂ puede sustituir a la PaO₂/FiO₂ en la evaluación de la oxigenación (20).

En el 2022, Bonaventura et al. (21), realizaron un estudio de tipo observacional, retrospectivo y multicéntrico, que incluyó a 1028 pacientes adultos con covid-19, atendidos en las regiones italianas de Lombardía, Toscana y Campania. La mediana de P/F fue de 196,43 [115,57-285,71] mmHg, mientras que la mediana de S/F fue de 277,14 [178,0-433,33] %. Se encontró una correlación positiva entre P/F y S/F en la cohorte general (*r* = 0,938, *p* < 0,0001). El análisis de la curva ROC mostró que la S/F reconoce con precisión la presencia de SDRA (P/F ≤ 300 mmHg) en los

pacientes con covid-19 (AUC 0,958, $p < 0,0001$). El punto de corte de S/F ≤ 433 % tuvo la mejor sensibilidad y especificidad (94,6 % y 86,2 %, respectivamente; LR positivo 6,85, LR negativo 0,14). La S/F puso de relieve el SDRA moderado (P/F ≤ 200 mmHg) con menor precisión (AUC 0,713; IC 95 %: 0,944-0,969; $p < 0,0001$).

En consecuencia, el punto de corte S/F ≤ 336 % presentó sensibilidad y especificidad pobres, así como LR positivos y negativos pobres. Por último, el punto de corte de S/F ≤ 178 % mostró una gran precisión para reconocer a los pacientes con SDRA grave (P/F ≤ 100 mmHg), con una buena especificidad y sensibilidad (98,4 % y 90,8 %, respectivamente) y buenos LR positivo y negativo. En conclusión, los resultados apoyan el uso de S/F como un sustituto fiable de P/F en pacientes con SDRA por SARS-CoV-2 (21).

2.1.2. Antecedentes nacionales

En el 2018, Ameguido et al. (22) publicaron un estudio observacional de correlación entre SO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en pacientes ventilados mecánicamente con insuficiencia respiratoria. Se analizaron 180 muestras de sangre de 45 pacientes en la UCI del Hospital de la Policía Nacional "Luis N. Sáenz" en Perú. Se encontró la siguiente fórmula: $PaO_2/FiO_2 = 0,8106 (SO_2/FiO_2) + 54,419$. Hubo una correlación moderada con el inicio del ventilador mecánico, $r = 0,64$ ($p < 0,001$). Las correlaciones fueron más fuertes a las 24, 48 y 72 horas de medición continua, $r = 0,911$ ($p < 0,001$), $r = 0,920$ ($p < 0,001$) y $r = 0,935$ ($p < 0,001$), respectivamente.

Se concluyó que, en los pacientes con insuficiencia respiratoria aguda, los índices SO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 , en el periodo inmediato de uso de ventilación mecánica, tienen una correlación moderada; sin embargo, a medida que transcurre el tiempo, esta correlación se va haciendo más fuerte. Los investigadores proponen al índice SO_2/FiO_2 como una forma no invasiva de medir hipoxia pulmonar.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. SARS-CoV-2

2.2.1.1. Estructura del SARS-CoV-2

Es un virus esférico con un diámetro de 60 a 140 nm, con picos de aproximadamente 8 a 12 nm de longitud. Su estructura consta de una nucleocápside y una capa exterior. En la primera, el genoma viral se asocia con la proteína N de la nucleocápside (N), que se fosforila y ocupa un espacio dentro de la bicapa de fosfolípidos del exoquiste. La segunda está formada por proteínas estructurales: S o proteína de espiga, M o proteína de membrana y E o proteína de envoltura; proteína HE o hemaglutinina esterasa, proteínas 3 y 7a, etc. (23) (figura 1).

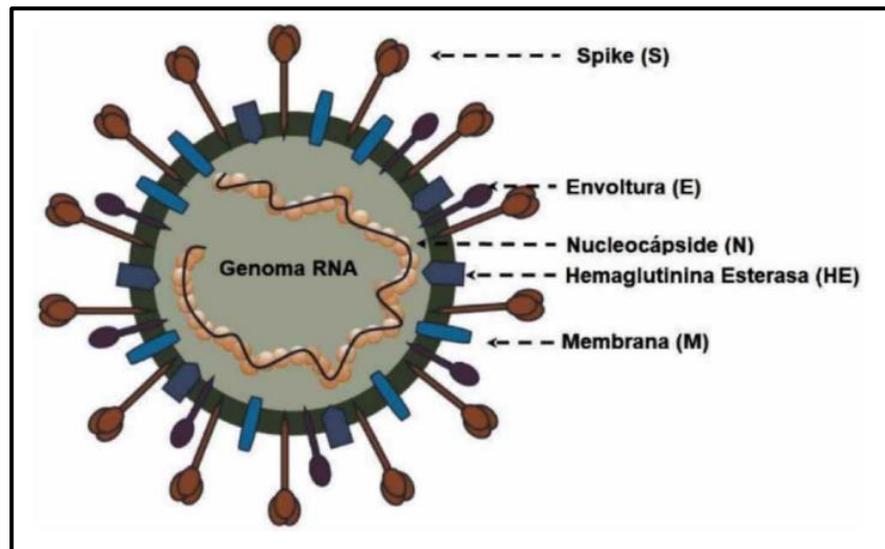


Figura 1. Forma y estructura del virión de SARS-CoV-2 (23)

2.2.1.2. Adhesión e ingreso del SARS-CoV-2 a la célula huésped

Para que una célula hospedera se infecte, los virus deben unirse a los receptores de la superficie celular. Esta unión se produce entre la proteína del pico viral y el receptor de la enzima convertidora de angiotensina 2 (ECA-2), que se expresa en el riñón, el corazón, el endotelio vascular, el cerebro y el intestino, pero más aún en el epitelio celular de la lengua y los neumocitos tipo 2 de los pulmones, lo que explica la transmisión de individuo a individuo por vía aérea y por contacto con las membranas mucosas.

La proteína S consta de dos subunidades: S1, que se acopla al receptor ECA-2 a través del RBD (*Receptor Binding Domain*), y S2, que determina la fusión de la membrana viral con la célula huésped (24). Para completar la

entrada viral, la proteína S debe ser cortada o escindida por TMPRSS2 (serina proteasa transmembrana tipo 2). Esta escisión se produce en dos lugares distintos de la subunidad S2, lo que facilita la disociación entre el anclaje RBD de la subunidad S1 y ECA-2 y la subsiguiente fusión de membranas, lo que permite la entrada viral específica mediante la endocitosis (25) (figura 2).

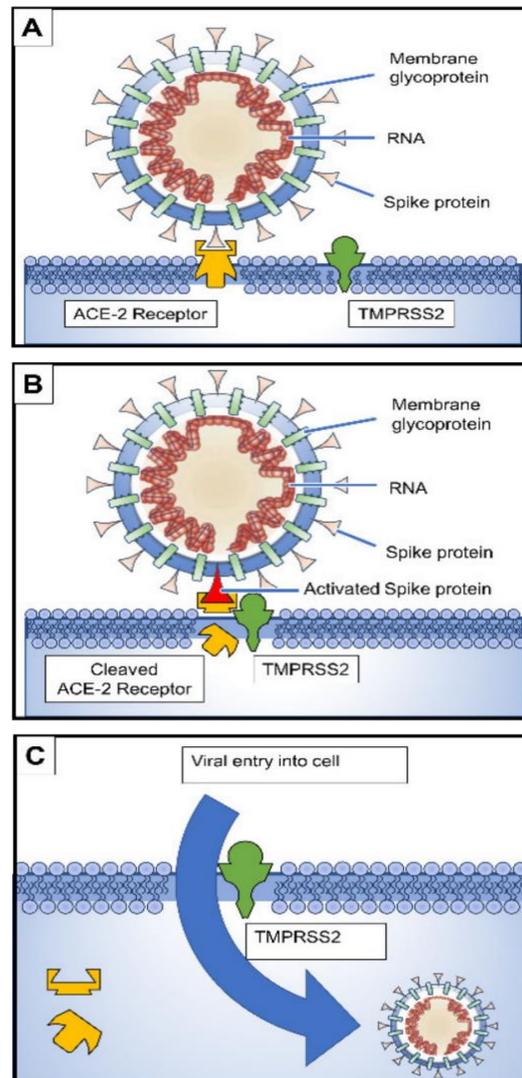


Figura 2. Entrada del SARS-CoV-2 a la célula diana (26)

2.2.1.3. Replicación, transcripción y traducción del SARS-CoV-2

Una vez dentro de la célula huésped, luego de la formación de un endosoma, el virus se desenvuelve por el desprendimiento de la nucleocápside y el ARN viral sale con dirección hacia el citoplasma, para iniciar la traducción de los genes ORF (*Open Reading Frame*) 1a y 1b, que expresan poliproteínas coterminales (pp1a, pp2ab).

Para expresar dichas proteínas, el SARS-CoV-2 usa la secuencia 5'-UUUAAAC-3' y un pseudonudo de ARN, a partir de esto, el genoma viral se replica (23) (figura 3).

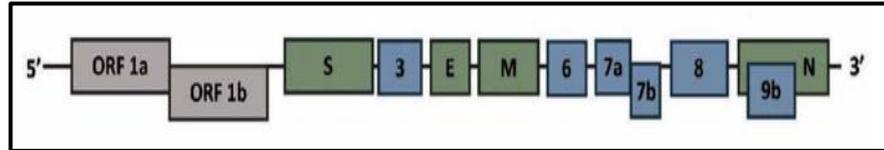


Figura 3. Organización genética de SARS-CoV-2

Descripción: en el extremo 5', se muestran los genes ORF 1a y ORF 1b. En el extremo 3', están los genes de las 4 proteínas estructurales principales: S, M, E y N (en verde); y, los de las proteínas accesorias (en azul) (23)

2.2.1.4. Salida del SARS-CoV-2 de la célula huésped

Posterior al proceso de replicación, las proteínas estructurales S, E y M, se trasladan e insertan en el retículo endoplasmático de la célula huésped. Estas proteínas se mueven a través de una vía secretora en el complejo retículo endoplasmático-aparato de Golgi (ERGIC).

Es aquí donde el genoma es encapsulado por la proteína N dentro de las membranas ERGIC que contienen los viriones maduros. Por último, las vesículas con partículas virales se fusionan con la membrana celular para liberarlos por exocitosis (23) (figura 4).

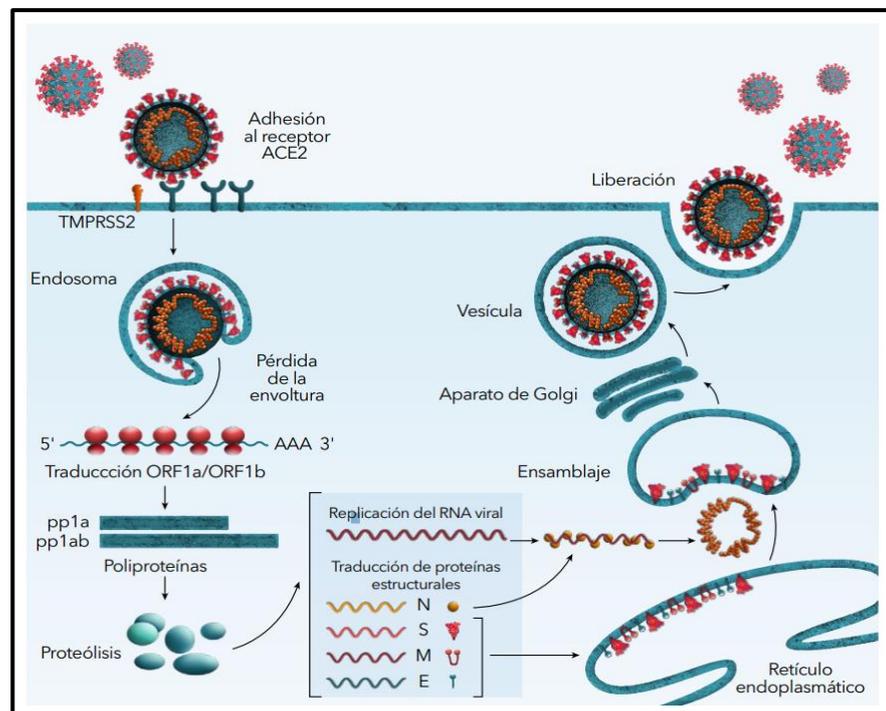


Figura 4. Replicación del SARS-CoV-2 (27)

2.2.2. Neumonía por SARS-CoV-2

2.2.2.1. Transmisión

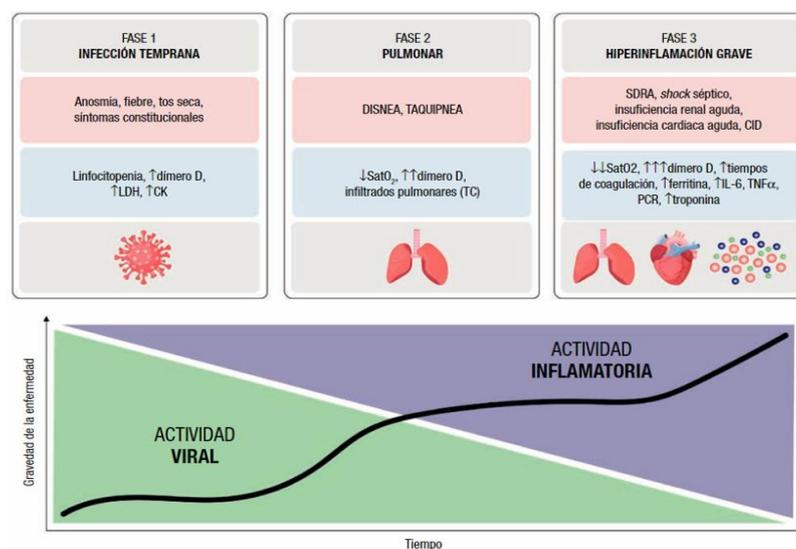
La vía por la que se transmite este microorganismo de sujeto a sujeto es la inhalación de partículas respiratorias. Esta consiste en gotas de Flügge, las cuales se expelen al hablar, toser o estornudar.

2.2.2.2. Patogenia

El órgano más afectado por el SARS-CoV-2 es el pulmón. El virus se adosa a receptores ECA-2 de los neumocitos tipo I y II, que activan macrófagos alveolares y sintetizan quimiocinas, que a su vez estimulan otras estirpes celulares. Como resultado, hay extravasación vascular con acúmulo de líquido en el espacio alveolar, reclutamiento de neutrófilos y producción de radicales de oxígeno.

2.2.2.3. Evolución

De acuerdo con Siddiqi y Mehra (28), la enfermedad se divide en tres etapas: la fase de infección temprana, la fase pulmonar y la fase de hiperinflamación grave. En la primera, el virus se infiltra y se multiplica. En la segunda, hay una afección respiratoria y se observan cambios en las pruebas de imagen del tórax. En la tercera y última hay exacerbación de la respuesta inflamatoria, que puede conducir, en algunos pacientes, a falla multiorgánica y coagulación intravascular diseminada (figura 5) (29).



LDH: lactato deshidrogenasa; CK: creatinasa; SatO₂: saturación arterial de oxígeno; TC: tomografía computarizada; CID: Coagulación intradiseeminada; IL-6: interleucina 6; PCR: proteína C reactiva; TNF- α : factor de necrosis tumoral-alfa.

Figura 5. Fases de la covid-19 (30)

2.2.2.4. Métodos diagnósticos

- Molecular: la reacción en cadena de polimerasa en tiempo real (RT-PCR) detecta ARN viral en muestras biológicas. Es considerada la prueba diagnóstica de referencia, dada su elevada especificidad (> 99,5 %) y sensibilidad (85-90 %) (31). Sin embargo, se requiere de equipos especiales y personal calificado; la técnica es muy costosa y el tiempo de espera, muy largo. Estas son las razones por las que se han desarrollado otras pruebas para diagnosticar la infección (32).
- Antigénica: identifica un antígeno viral concreto. Se realiza en el mismo lugar de la toma de muestra de manera rápida y a bajo costo. La respuesta se obtiene en menos de 30 minutos. Es menos sensible que la técnica molecular, razón por la que se recomienda realizarla durante los primeros días con síntomas (dada la mayor carga viral), para detectar individuos con mayor riesgo de transmisión (32).
- Serológica: permite identificar a individuos que han estado en contacto con el virus, mediante la detección de anticuerpos, ya sean de tipo IgM o IgG. Las muestras por emplear pueden ser sangre, suero o plasma. Si bien este método se ha popularizado por la facilidad de su ejecución y la prontitud en la obtención de resultados, no determina cuándo se ha infectado la persona, siendo una desventaja en pacientes con infección previa (33).
- Tomográfica: la tomografía computarizada (TC) torácica se considera la prueba imagenológica más sensible para detectar la infección, con una sensibilidad de hasta 97 % (34). En ciertos estudios se ha visto que los hallazgos tomográficos pueden preceder a la positividad de la RT-PCR (34,35). La Sociedad Holandesa de Radiología desarrolló la clasificación CO-RADS (*COVID-19 Reporting and Data System*), que permite establecer la probabilidad de afectación pulmonar por SARS-CoV-2. Hay 7 categorías, que se detallan a continuación (tabla 1) (36).

Tabla 1. Clasificación CO-RADS de la Sociedad Holandesa de Radiología

Categoría	Nivel de sospecha	Hallazgos en tomografía computarizada
CO-RADS 0	No interpretable	Técnicamente insuficiente para asignar puntuación
CO-RADS 1	Muy bajo	Normal o etiología no infecciosa (insuficiencia cardíaca congestiva, neoplasia, etc.)
CO-RADS 2	Bajo	Hallazgos típicos para otra infección, pero no covid-19
CO-RADS 3	Indeterminado	Hallazgos compatibles con covid-19, pero también con otras enfermedades
CO-RADS 4	Alto	Hallazgos sospechosos para covid-19
CO-RADS 5	Muy alto	Hallazgos típicos de covid-19
CO-RADS 6	Probado	RT-PCR positiva para SARS-CoV-2

Nota: adaptada de Martínez et al. (37)

2.2.2.5. Espectro clínico

Los casos pueden ser clasificados en cinco grupos, que se describen a continuación (38):

Tabla 2. Severidad clínica de los pacientes con covid-19

Tipo de caso	Clinica	Estudios de imagen	RT-PCR
Asintomática	Ausente	Sin cambios	Positivo
Leve	Síntomas del TRS, incluye: fiebre, tos y malestar general	Sin cambios	Positivo
Moderada	Signos de neumonía	Con cambios	Positivo
Severa	Disnea y FR ≥ 30 rpm; en reposo: SaO ₂ $\leq 93\%$ y PaFi ≤ 300	Cambios progresan $> 50\%$ en un lapso de 24-48 horas	Positivo
Crítica	Progresión rápida de la enfermedad relacionada a: insuficiencia respiratoria, necesidad de VM, shock o fallo multiorgánico		Positivo

TRS: tracto respiratorio superior, FR: frecuencia respiratoria, SaO₂: Saturación de oxígeno, VM: ventilación mecánica, RT-PCR: reacción en cadena de polimerasa en tiempo real

Nota: elaboración propia basada en Sánchez et al. (39)

2.2.2.6. Factores de riesgo

- **Obesidad:** un aumento del índice de masa corporal predispone al desarrollo de síntomas severos y de un curso desfavorable de la enfermedad. Hay dos mecanismos que justifican lo anterior: el estado proinflamatorio crónico y la respuesta de estrés oxidativo excesivo. Ambos aceleran los efectos celulares perjudiciales del SARS-CoV-2. Un estudio realizado en Shenzhen, China, concluyó que los pacientes obesos con covid-19 tenían 142 % más riesgo de desarrollar neumonía severa (40).

- Hipertensión arterial: las cifras no controladas de presión arterial condicionan disfunción endotelial, así como remodelado y rigidez vascular, provocando daños estructurales en el corazón y el sistema circulatorio. Un metaanálisis que incluyó 8 estudios con 46 248 pacientes estimó que el hecho de padecer esta condición se asocia con más de dos veces el riesgo de padecer formas severas de covid-19 (41) .
- Diabetes mellitus: la hiperglicemia conduce al deterioro del sistema inmune mediante estrés oxidativo y disminución del funcionamiento de los anticuerpos y macrófagos. Esto, sumado a la respuesta inflamatoria exacerbada producida por la covid-19, conlleva problemas de coagulación y disfunción endotelial, resultando en cuadros más severos, tal y como se evidenció en un metaanálisis que incluyó 10 estudios con 4705 pacientes, donde la diabetes se asoció con un aumento significativo de la probabilidad de enfermedad grave (OR 3,39; IC 95 %; $p < 0,0001$, $z = 5,206$) (42).
- Sexo: el sexo masculino está asociado con una menor respuesta inmunológica y mayor susceptibilidad a las infecciones (43), por lo que la covid-19 no sería una excepción. Además, los andrógenos ejercen un papel importante en la fisiopatología de la covid-19, ya que regulan proteínas como la TMPRSS2, que media la entrada y propagación del virus, provocando formas más severas de la enfermedad (44).
- Edad: hay asociación entre la edad avanzada y un desenlace adverso por covid-19, que se evidencia en múltiples estudios desde el inicio de la pandemia (45, 46). La vulnerabilidad a procesos infecciosos en adultos mayores está determinada por la inmunosenescencia. Este término hace referencia a múltiples cambios: disminución en la producción de linfocitos T y B, inactivación ineficiente de las células inmunitarias innatas y falta de coordinación en la respuesta inmune adaptativa (47).

2.2.3. Síndrome de dificultad respiratoria aguda

2.2.3.1. Descripción

Es una injuria inflamatoria pulmonar aguda y difusa que produce un aumento de la permeabilidad vascular y pérdida de tejido ventilado, asociado a una disminución de la distensibilidad pulmonar y aumento del espacio muerto fisiológico.

2.2.3.2. Fisiopatología

Están descritas tres fases fisiopatológicas (48):

- Fase exudativa: se lesionan las células endoteliales de los capilares alveolares y las células epiteliales de los alveolos. Además, un líquido proteináceo inunda los alveolos, inactivando el surfactante producido por los neumocitos tipo II, lo cual da lugar a un colapso alveolar difuso y un intercambio gaseoso inefectivo.
- Fase proliferativa: se caracteriza por la resolución de la etapa anterior y por el inicio de la reparación pulmonar. Los fibroblastos ejercen su función formando una matriz de fibrina en el área afectada del pulmón. De esta forma, el paciente puede recuperarse por completo o pasar a la tercera fase.
- Fase fibrótica: en algunos pacientes, el tejido pulmonar normal se sustituye por uno fibroso, lo que genera oclusión vascular progresiva e hipertensión pulmonar. De darse el caso, es necesario un tratamiento de soporte con ventilación mecánica y administración de oxígeno suplementario.

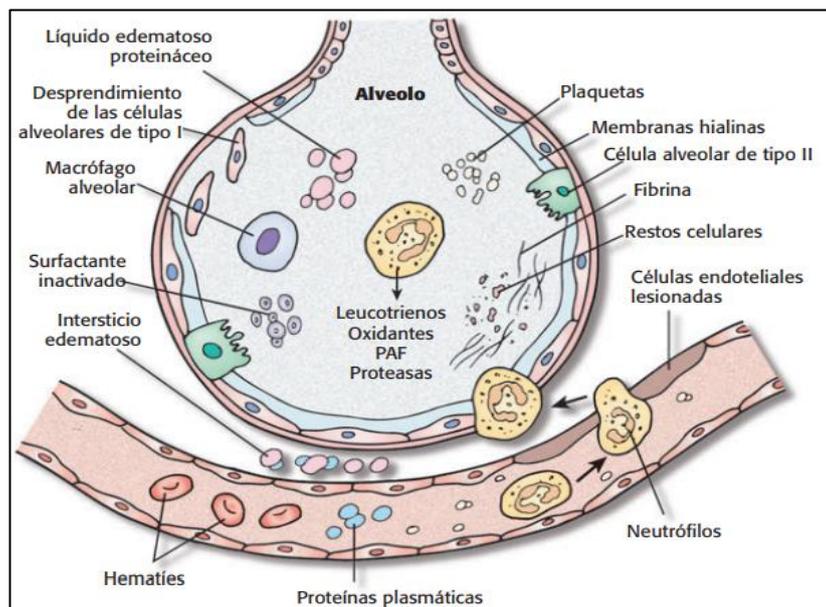


Figura 6. Alveolo afectado por el SDRA (49)

2.2.3.3. Diagnóstico

El SDRA se diagnostica por la presencia de hipoxemia aguda ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 300 \text{ mmHg}$), asociada a opacidades pulmonares bilaterales en las imágenes de tórax que no son explicadas por insuficiencia cardíaca congestiva (50).

En el 2011, el Consenso de Expertos de la Sociedad Europea de Medicina Intensiva estableció rangos para tres grados de hipoxemia: leve ($200 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \leq 300 \text{ mmHg}$), moderado ($100 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \leq 200 \text{ mmHg}$) y grave ($\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \leq 100 \text{ mmHg}$) (51).

En el 2016, mediante la modificación de Kigali, se reemplazaron los criterios para diagnosticar SDRA (tabla 3) (4).

Tabla 3. Criterios para el diagnóstico de SDRA

Parámetro	Criterios de Berlín	Modificaciones de Kigali
Temporalidad	Aparición de cuadro clínico o nuevos síntomas respiratorios o empeoramiento, menor a 1 semana	Aparición de cuadro clínico o nuevos síntomas respiratorios o empeoramiento, menor a 1 semana
Origen del edema	Insuficiencia respiratoria no explicada totalmente por falla cardíaca o sobrecarga de líquidos	Insuficiencia respiratoria no explicada totalmente por falla cardíaca o sobrecarga de líquidos
Oxigenación	$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300 \text{ mmHg}$	$\text{SpO}_2/\text{FiO}_2 \leq 315$
Requerimiento de PEEP	Mínimo de 5 cm H ₂ O requeridos por ventilación mecánica	No se requiere PEEP
Estudio de imagen del tórax	Opacidades bilaterales no explicadas totalmente por derrames, colapsos o nódulos pulmonares	Opacidades bilaterales no explicadas totalmente por derrames, colapsos o nódulos pulmonares

SDRA: síndrome de distrés respiratorio agudo; PEEP: presión positiva al final de la espiración.

Nota: adaptada de Riviello et al. (4)

2.2.4. Consideraciones fisiológicas de la altitud

2.2.4.1. Características oxigenatorias en la altitud

Los nativos y residentes de altitud son sanos, a pesar de estar expuestos a hipoxia hipobárica toda su vida. Sobrepasando los 2500 m s. n. m., la presión barométrica y la presión inspirada de oxígeno no disminuyen, generándose así una hipoxia alveolar e hipoxemia. Ambas derivan en una vasoconstricción pulmonar hipóxica, la cual equilibra de mejor manera la ventilación/perfusión (V/Q) y aumenta la capacidad de difusión pulmonar. Esto da como resultado un gradiente alveolo-arterial más bajo ($A-a = 3-5 \text{ mmHg}$) (52).

A comparación de los individuos a nivel del mar, los que nacen en la altitud tienen menor ventilación/minuto y menor respuesta de los

quimiorreceptores periféricos a la presión arterial de oxígeno y la presión de dióxido de carbono. Ambos fenómenos se relacionan con el origen de la hipercapnia y, secundariamente, a la hipoxemia (52).

La adaptación de la caja torácica en zonas de altitud ha permitido ciertas modificaciones: un aumento en el diámetro anteroposterior del tórax de 1.8 cm y un incremento de los volúmenes pulmonares. Así es como la capacidad vital forzada aumenta en 384 ml, el volumen residual aumenta en 13 % y la capacidad residual funcional disminuye en 11 % (53).

2.2.4.2. Características de la circulación pulmonar en la altitud

El nativo de altitud se caracteriza por tener hipertensión pulmonar (HTP), por un engrosamiento de la capa de células musculares lisas (CML) de la arteria pulmonar, e hipertrofia del ventrículo derecho (HVD) (54).

La presión arterial pulmonar (PAP) media cambia a través del tiempo. En un recién nacido en altitud es de aproximadamente 60 mmHg. Hacia las 72 horas de vida, la PAP media disminuye hasta llegar a 55 mmHg. A partir de los 12 meses hasta los 5 años, es de 45 mmHg. En adolescentes y adultos, tiene un valor de 28 ± 10.5 mmHg.

La resistencia vascular periférica (RVP) es mayor en altitud que a nivel del mar; es así que se contrastan valores de 332 ± 212.6 y 69 ± 25.3 dyn.s.cm², respectivamente (55).

2.2.4.3. Correlación de la altitud con la saturación arterial de oxígeno

Hay una correlación inversa entre el nivel de altitud y la SaO₂. A 4540 m s. n. m. la SaO₂ es 78.4 ± 4.93 %, a comparación del valor de 94.91 ± 2.12 % a nivel del mar ($p < 0.001$).

2.2.4.4. Correlación de la altitud con el nivel de hemoglobina

La hipoxemia genera el incremento del número de eritrocitos y el nivel de hemoglobina, permitiendo una mayor capacidad para transportar oxígeno (56).

Los nativos y residentes de altitud adoptan valores de Hb de 19.5 ± 1.97 g/dl, mientras que, los individuos a nivel del mar tienen 14.7 ± 0.88 g/dl ($p < 0.001$) (57).

2.2.4.5. Correlación de la altitud con la presión arterial pulmonar

El nivel de altitud tiene una correlación directa con la PAP. El valor medio fue mayor a 25 mmHg. Acorde al estímulo, hay sujetos condicionados por la susceptibilidad genética a la hipoxia crónica. Esto puede explicar por qué algunos neonatos y lactantes tienen hiperrespuesta a la hipoxia a gran altura y desarrollan HTP grave e insuficiencia cardíaca debido al aumento del grosor de la capa de CML de la arteria pulmonar (58, 59).

2.2.4.6. Hipertensión pulmonar asociada a la altitud

Se trata de una entidad clínica que se presenta en adultos que residen en lugares por encima de los 2500 m s. n. m. Acorde al Consenso de Enfermedades Subagudas y Crónicas de la Alta Altitud (60), que data del año 2005, el síndrome se caracteriza por una PAP media > 30 mmHg adquirida en la zona de residencia, hipoxemia moderada, HVD, insuficiencia cardíaca y ausencia de eritrocitosis excesiva, definida por una concentración de Hb < 19 g/dl en población femenina y < 21 g/dl en población masculina.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Síndrome de dificultad respiratoria aguda por SARS-CoV-2

Es la máxima expresión de daño pulmonar en pacientes con neumonía por SARS-CoV-2. Se presenta con un cuadro de insuficiencia respiratoria aguda, ausencia de falla cardíaca como causa de lo anterior e infiltrados bilaterales en un estudio imagenológico del tórax.

2.3.2. Insuficiencia respiratoria aguda

Es el fracaso del aparato respiratorio al ventilar e intercambiar gases, funciones indispensables para atender las necesidades metabólicas del organismo. Puede ser secundario a un aporte insuficiente de oxígeno (insuficiencia respiratoria hipóxica), eliminación inadecuada de dióxido de carbono (insuficiencia respiratoria hipercápnica) o ambos, y por lo tanto presenta diferentes presentaciones clínicas (61).

2.3.3. Hipoxemia

Definida por un índice $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ menor o igual a 300 mmHg (62). Los grados de severidad de la hipoxemia se especifican a continuación:

Tabla 4. Severidad de la hipoxemia

Grado	Valor del índice $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$
Leve	201-300 mmHg
Moderada	101-200 mmHg
Severa	≤ 100 mmHg

Nota: elaboración propia basada en Ranieri et al. (51)

2.3.4. Altitud

Es la elevación de una zona geográfica sobre el nivel del mar (63). Se clasifica en 5 categorías, tal y como se muestra (64):

Tabla 5. Clasificación de la altitud

Categoría	m s. n. m.	Importancia fisiológica
A nivel del mar	0 a 500	No se sienten efectos
Altitud baja	500 a 2000	No se sienten efectos
Altitud moderada	2000 a 3000	Se sienten efectos en ejercicio
Gran altitud	3000 a 5500	Se sienten efectos en reposo
Altitud extrema	> 5500	La vida permanente es imposible

Nota: elaboración propia basada en Bärtsch et al. (64)

2.3.5. Fracción inspirada de oxígeno

Representa la concentración de oxígeno que existe en el gas que se le administra al paciente. Se mide en porcentaje (65).

2.3.6. Presión parcial arterial de oxígeno

Es la presión que ejerce el oxígeno disuelto en el plasma sanguíneo, por lo que depende del correcto intercambio gaseoso. Es el parámetro más importante en la fase de captación de oxígeno de los pulmones. Se simplifica en PaO_2 y se expresa en milímetros de mercurio (mmHg) (65).

2.3.7. Índice PaO₂/FiO₂

Es un indicador de diagnóstico y pronóstico del SDRA. Se determina dividiendo la presión parcial de oxígeno en sangre arterial (PaO₂) entre la presión parcial de oxígeno inspirado (FiO₂), que se obtiene de forma invasiva a partir de una muestra de sangre arterial (66).

2.3.8. Pulsioximetría

Un método no invasivo que mide indirectamente el porcentaje de saturación de oxígeno (SpO₂) que lleva la hemoglobina en la sangre. Se emplea un oxímetro de pulso, que es aceptado mundialmente como el estándar para detectar y monitorear la hipoxemia (67).

2.3.9. Índice SpO₂/FiO₂

Los métodos no invasivos establecidos por la oximetría de pulso se pueden utilizar como una alternativa para la monitorización respiratoria y la evaluación de la oxigenación en pacientes críticos (66). Se determina dividiendo la saturación de oxígeno (SpO₂) por la fracción de oxígeno inspirado (FiO₂).

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis alterna

Los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 tienen una correlación significativa y positiva en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-Cov2 en el HNRPP, Huancayo, 2020-2021, en 4 momentos:

- Al ingreso a VM
- A las 36 horas de VM
- A los 4 días de VM
- A los 7 días de VM

3.1.2. Hipótesis nula

Los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 no tienen una correlación significativa ni positiva en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-Cov2 en el HNRPP, Huancayo, 2020-2021, en 4 momentos:

- Al ingreso a VM
- A las 36 horas de VM
- A los 4 días de VM
- A los 7 días de VM

3.2. Variables

Las variables consideradas en el estudio se muestran a continuación:

Tabla 6. Operacionalización de variables

Variable	Tipo de variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Instrumento
Edad	Cualitativa discreta	Tiempo que la persona ha vivido desde que nació.	Años cumplidos por el paciente hasta el momento de su admisión en la uci covid-19	Continuo	Ficha de recolección de datos / Historia clínica
Sexo	Cualitativa	Conjunto de características fisiológicas que definen a hombres y mujeres.	Condición biológica que caracteriza al individuo como femenino o masculino.	Continuo	Ficha de recolección de datos / Historia clínica
Comorbilidad	Cualitativa	Presencia de uno o más trastornos además de la enfermedad o trastorno primario.	Presencia de dos o más enfermedades al mismo tiempo en el paciente.	Continuo	Ficha de recolección de datos / Historia clínica
Índice oxigenatorio PaO ₂ /FiO ₂	Cuantitativa continua	Índice usado para medir el intercambio gaseoso y la gravedad del síndrome de distrés respiratorio agudo.	Se calcula a partir de la fórmula: presión arterial de oxígeno entre fracción inspirada de oxígeno.	Continuo	Ficha de recolección de datos / Gasometría arterial
Índice oxigenatorio SpO ₂ /FiO ₂	Cuantitativa continua	Índice propuesto como marcador para identificar síndrome de distrés respiratorio agudo.	Se calcula a partir de la fórmula: saturación periférica de oxígeno entre fracción inspirada de oxígeno.	Continuo	Ficha de recolección de datos / Hoja de monitoreo de enfermería

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Método, tipo y nivel de investigación

4.1.1. Método de investigación

Se siguió una ruta científica que se sostuvo en el método inductivo-deductivo.

4.1.2. Tipo de investigación

Fue de tipo observacional, ya que los investigadores no realizaron intervención alguna; retrospectiva, dado que se evaluaron eventos pasados; analítica, puesto que una hipótesis fue planteada y se buscó probarla con análisis estadísticos.

4.1.3. Nivel de investigación

Fue de nivel correlacional-cuantitativo, ya que el propósito era medir la correlación existente entre dos índices oxigenatorios: SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 .

4.2. Diseño de la investigación

Es un estudio de diseño observacional y analítico, de temporalidad retrospectiva y de tipo correlacional-cuantitativo.

4.3. Población y muestra

Población: todos los pacientes mayores de 18 años con diagnóstico de SDRA ocasionado por SARS-CoV-2 en VM (ventilación mecánica) admitidos en la UCI Covid-19 del HNRPP, desde marzo del 2020 hasta diciembre del 2021.

Muestra: todos los pacientes mayores de 18 años con diagnóstico de SDRA ocasionado por SARS-CoV-2 en VM (ventilación mecánica) admitidos en la UCI Covid-19 del HNRPP, desde marzo del 2020 hasta diciembre del 2021.

Tamaño y selección de la muestra: se optó por un muestreo no probabilístico por conveniencia que permitió obtener la mayor cantidad de sujetos de estudio, haciendo un total de 380 pacientes.

4.3.1. Criterios de inclusión

- Pacientes en ventilación mecánica hospitalizados en la UCI Covid-19 del HNRPP, desde marzo de 2020 hasta diciembre de 2021.
- Pacientes mayores de 18 años con prueba sérica, antigénica o molecular positiva o con criterios radiológicos que tengan como diagnóstico SDRA por SARS-CoV-2.
- Pacientes que residen en zonas de gran altitud (determinada por una altura mayor o igual a 3000 m s. n. m.)
- Pacientes con historias clínicas con resultados de gasometrías arteriales y valores de saturación de pulso de oxígeno al inicio de ventilación mecánica, así como a las 36 horas, 4 y 7 días del inicio de esta modalidad de administración de oxígeno suplementario en la UCI Covid-19.

4.3.2. Criterios de exclusión

- Pacientes menores de 18 años
- Pacientes que no residen en zonas de gran altitud (determinada por una altura menor a 3000 m s. n. m.)
- Pacientes con insuficiencia cardíaca aguda al ingreso a la UCI Covid-19 del HNRPP.

- Pacientes con soporte de vasoactivos con dosis > 15 cc/h de una solución de 8 mg de vasoactivo diluido en 100 cc de NaCl 0.9 %.
- Pacientes con presión arterial media (PAM) < 65 mmHg.
- Pacientes con presión arterial diastólica (PAD) < 50 mmHg.
- Pacientes con anemia severa (definida como la concentración de Hb < 7 g/dl)
- Gasometrías con muestras venosas (definida como SaO₂ inferior al 75 % con SpO₂ superior al 95 %).
- Hiperoxigenación (definida como la necesidad de oxigenoterapia a pesar de SaO₂ superior al 99 %).
- Historias clínicas incompletas (carentes de datos oxigenatorios o gasométricos que impidan realizar el cálculo de los índices).
- Pacientes que hayan fallecido antes de cumplir como mínimo 7 días en ventilación mecánica.
- Pacientes que hayan sido extubados antes de cumplir como mínimo 7 días en ventilación mecánica.

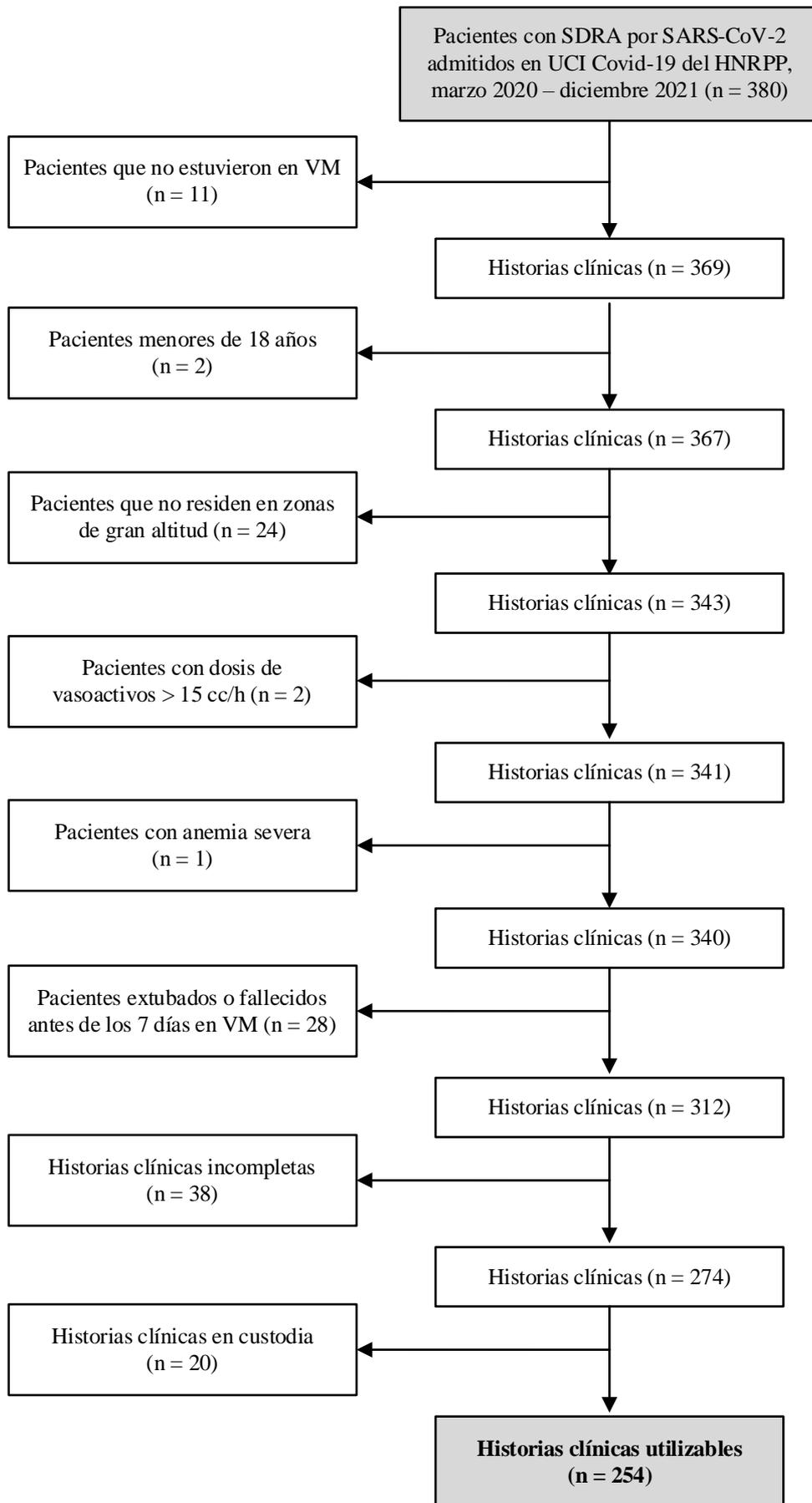


Figura 7. Flujograma del proceso de selección de pacientes

4.4. Técnicas de recolección y análisis de datos

4.4.1. Recolección de datos

Se consiguió información de la historia clínica de pacientes seleccionados mediante una ficha de recolección de datos. Ésta se dividió en tres secciones: datos del paciente, función respiratoria y función hemodinámica.

En la primera sección se consideró el número de historia clínica, el sexo, la edad (años cumplidos al ingreso a UCI Covid-19), la altitud del lugar de residencia (menor o mayor/igual a 3000 m s. n. m.), la supervivencia, la prueba usada para diagnosticar covid-19 y comorbilidades del paciente (anexo 2).

En la segunda sección se incluyeron los valores de PEEP, SpO₂, PaO₂ y FiO₂ en cada momento: al ingreso a ventilación mecánica, a las 36 horas, a los 4 días y a los 7 días de iniciada la VM, para posteriormente hacer el cálculo de los cocientes SpO₂/FiO₂ y PaO₂/FiO₂ (anexo 2).

En la tercera y última sección se tomaron en cuenta las cifras de PAS (presión arterial sistólica), la PAD (presión arterial diastólica), la PAM (presión arterial media) y hemoglobina en cada momento: al ingreso a ventilación mecánica, a las 36 horas, a los 4 días y a los 7 días de iniciada la VM; además, de la administración periférica de vasoactivos y la dosis máxima en toda la estancia hospitalaria del paciente (anexo 2).

4.4.2. Análisis de datos

La información obtenida fue ingresada a una base de datos en Microsoft Excel 2016, para luego procesarla en IBM SPSS *Statistics* versión 29.0.

En el análisis univariado, las variables categóricas fueron descritas en números y porcentajes, mientras que las variables continuas con distribución no normal se presentaron como mediana, desviación estándar y moda.

Para el análisis bivariado se utilizaron los coeficientes de correlación de rho de Spearman para establecer correlaciones entre los índices PaO₂/FiO₂ y SpO₂/FiO₂ calculados en 4 momentos (al ingreso a ventilación mecánica, a las 36 horas, a los 4 días y a los 7 días de iniciada la VM). La evaluación de la normalidad de las variables

PaO_2/FiO_2 y SpO_2/FiO_2 se realizó a través de la prueba Kolmogórov-Smirnov por ser una muestra $n > 50$ ($n = 254$).

En cuanto al cálculo de la ecuación de regresión lineal, que predice el cociente PaO_2/FiO_2 a partir de SpO_2/FiO_2 , esta se obtuvo considerando todos los valores de PaO_2/FiO_2 y SpO_2/FiO_2 , obtenidos de los 4 momentos. Fueron un total de 1016 cifras las consideradas en la ecuación.

4.4.3. Procedimiento de la investigación

La muestra se eligió del total de pacientes registrados en el libro de ingresos de la UCI Covid-19 del HNRPP. Se recolectaron los datos de la historia clínica de cada paciente en una ficha (anexo 2) sin tomar en cuenta sus identidades y codificándolos con números arábigos del 1 a 380.

La recolección de datos se realizó en la Unidad de Registros de Historias Clínicas del HNRPP, para posteriormente ingresarlos a una base de datos.

Los datos generales incluyeron el número de historia clínica del paciente, su sexo, la altitud de su lugar de residencia, la prueba usada para diagnosticar covid-19, las comorbilidades y supervivencia del paciente.

Algunos datos de la función respiratoria se obtuvieron de las hojas de monitoreo de enfermería, donde estaban registrados los valores de SpO_2 , FiO_2 y PEEP. Asimismo, las cifras de PaO_2 se recolectaron de las hojas de análisis de gases arteriales. Los datos SpO_2 , FiO_2 y PaO_2 sirvieron para realizar los cálculos en Microsoft Excel de los índices PaO_2/FiO_2 y SpO_2/FiO_2 en cada momento estudiado (al ingreso, 36 horas, 4 días y 7 días de haber ingresado el paciente a VM).

En cuanto a la función hemodinámica, las cifras de PAS, PAD y PAM en cada momento estudiado (al ingreso, 36 horas, 4 días y 7 días de haber ingresado el paciente a VM), se obtuvieron de las hojas de monitoreo de enfermería. Por otro lado, los valores de hemoglobina se recolectaron de la hoja de exámenes de laboratorio. Por último, los detalles con relación al uso y dosis de vasoactivos se recopilaron del apartado balance hídrico de la hoja de monitoreo de enfermería. Estos datos

permitieron filtrar, mediante los criterios de inclusión y exclusión, el número final de la muestra $n = 254$, además de caracterizar la población en estudio.

4.5. Declaración ética

El proyecto de investigación fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación del HNRPP (anexo 3). Afirmando que todos los procedimientos derivados de este estudio cumplieron con la Declaración de Helsinki de 1975 y sus modificaciones posteriores.

No fue necesario un documento de consentimiento informado, ya que los datos fueron recolectados de las historias clínicas; para ello, se contó con la autorización del nosocomio (anexo 4), cumpliendo todos los requisitos solicitados para este hecho (anexos 4 y 5), además de garantizar el anonimato de la identidad de los pacientes de quienes se extrajo la información.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Análisis univariado

5.1.1. Descripción de las características epidemiológicas

Tabla 7. Características epidemiológicas de los residentes de gran altitud

Variable	Categorías	Residentes	%
Sexo	Masculino	187	73.6
	Femenino	67	26.4
Edad (años)	18 a 29	4	1.6
	30 a 59	188	74.0
	60 a más	62	24.4
	Ninguna	134	52.8
Comorbilidades	Insuficiencia cardíaca	2	0.8
	Hipertensión arterial	27	10.6
	Diabetes mellitus tipo 2	8	3.1
	Asma	4	1.6
	Artritis reumatoidea	3	1.2
	Poliglobulia	1	0.4
	Gota	1	0.4
	Obesidad	30	11.8
	Dos comorbilidades	25	9.8
	Tres comorbilidades	10	3.9
	Otras	9	3.5
Días de enfermedad	1 a 7	23	9.1
	8 a 14	175	68.9
	15 a 21	54	21.3
	22 a más	2	0.8
Prueba diagnóstica	Sérica	26	10.2
	Antigénica	141	55.5
	Molecular	9	3.5
	Radiológica	34	13.4
	Sérica/radiológica	40	15.7
	Antigénica/radiológica	2	0.8
Supervivencia	Molecular/radiológica	2	0.8
	Vivo	160	63.0
	Fallecido	94	37.0

Los residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, se caracterizan por ser predominantemente hombres (73.6 %) sobre el 26.4 % de mujeres. Por otra parte, solo el 47.2 % de residentes poseen comorbilidades, siendo los de mayor incidencia la obesidad (11.8 %) e hipertensión arterial (10.6 %). Antes de ingresar a VM, la mayoría presentó un tiempo de enfermedad entre 8 a 14 días (68.9 %). Con relación al método de diagnóstico de covid-19, la prueba antigénica representa el 55.5 %, la prueba radiológica, el 13.4 % y la prueba sérica, el 10.2 %. El 63 % de los pacientes se encuentran vivos sobre el 37 % que fallecieron (tabla 7).

Tabla 8. Estadísticos de las características epidemiológicas de los residentes

Parámetro	Estadístico	Valor
Edad	Mínimo	25
	Máximo	86
	Media	51.4
	DE	11,4
	Asimetría	0.134
	Curtosis	-0.287
	Mediana	51.5
	Moda	54
	Días de enfermedad	Mínimo
Máximo		31
Media		11.8
DE		3.5
Asimetría		0.947
Curtosis		2.961
Mediana		11
Moda		11

En promedio, los pacientes tienen 51.4 años (DE = 11.4 años) y estuvieron enfermos durante 11.8 días antes del ingreso a VM (DE = 3.5 días). El 50 % de residentes tiene como máximo 51.5 años y estuvo enfermo a lo mucho 11 días. La edad más frecuente es de 54 años y el tiempo de enfermedad más frecuente 11 días. Los residentes de gran altitud constituyen una población con distribución simétrica y tan alta como la curva normal con respecto a la edad, al poseer un coeficiente de asimetría (0.134) y un coeficiente de curtosis (-0.287) entre -0.5 y +0.5, respectivamente. No obstante, al reportar el coeficiente de asimetría (0,947) y el coeficiente de curtosis (2,961), constituyen una población cuya distribución a la derecha es más delgada y superior a la curva normal asociada a los días de enfermedad antes del ingreso, mayor que + 0,5 respectivamente (tabla 8).

5.1.2. Análisis de la función respiratoria

La saturación de pulso de oxígeno (SpO_2) encontrada en los pacientes evaluados oscila entre 47 y 98 % al ingreso a VM y entre 70 y 96 % a los siete días de VM, con medias y desviaciones estándares de 88.5 y 6.8 %, respectivamente, al inicio y de 91.3 y 3 % a los siete días de VM. La SpO_2 mediana y modal fluctúan entre 90 y 92 %. La distribución de la SpO_2 de los residentes de gran altitud es más alargada a la izquierda y más alta que la distribución normal, ya que sus coeficientes de asimetría y curtosis son menores que -0.5 y mayores que $+0.5$, respectivamente (tabla 9).

La presión parcial arterial de oxígeno (PaO_2) varía entre 30.7 y 209 mmHg al ingreso a VM y entre 45 y 107 mmHg a los siete días de VM, con medias y desviaciones estándares de 72.3 y 23.8 mmHg al inicio y de 70.8 y 10.8 mmHg a los siete días de VM, respectivamente. La PaO_2 mediana y modal fluctúan de 66.9 y 72.3 mmHg y de 63.7 y 74 mmHg, respectivamente. La distribución de la PaO_2 de los residentes de gran altitud es más alargada a la derecha, salvo a los siete días de VM, y más alta que la distribución normal, ya que sus coeficientes de asimetría y curtosis son mayores que $+0.5$ (tabla 9).

La fracción inspirada de oxígeno (FiO_2) oscila entre 0.35 y 1 al ingreso a VM y entre 0.27 y 1 a los siete días de VM, con medias y desviaciones estándares de 0.83 y 0.18 al inicio y de 0.51 y 0.16 a los siete días de VM, respectivamente. La FiO_2 mediana y modal fluctúan de 0.45 a 0.8 y de 0.4 a 1, respectivamente. La distribución de la FiO_2 de los residentes de gran altitud es más alargada a la izquierda y más alta que la distribución normal, salvo al inicio de la VM, ya que sus coeficientes de asimetría y curtosis son mayores que $+0.5$ (tabla 9).

La presión positiva al final de la espiración (PEEP) oscila entre 4 y 25 cmH_2O al ingreso a VM y entre 5 y 16 cmH_2O a los siete días de VM, con medias y desviaciones estándares de 11.7 y 3 cmH_2O al inicio y de 9.6 y 2.3 cmH_2O a los siete días de VM, respectivamente. La PEEP mediana y modal fluctúan entre 10 y 12 cmH_2O . La distribución de la PEEP de los residentes de gran altitud es simétrica y mesocúrtica, salvo al inicio de la VM, ya que sus coeficientes de asimetría y de curtosis son mayores que -0.5 y menores que $+0.5$ (tabla 9).

El índice de saturación de pulso de oxígeno entre fracción inspirada de oxígeno (SpO_2/FiO_2) varía entre 47 y 265.7 al ingreso a la VM y entre 70 y 344.4 a los siete días, con medias y desviaciones estándares de 114.6 y 38.1 al inicio de la VM y de 184 y 53 a los siete días de VM. El índice SpO_2/FiO_2 mediano y modal fluctúan entre 104.4 y 88 al inicio de la VM y entre 201.1 y 230 a los siete días de VM, respectivamente. La distribución del índice SpO_2/FiO_2 de los residentes de gran altitud es simétrica y mesocúrtica, salvo al inicio de la VM, ya que sus coeficientes de asimetría y de curtosis son mayores que -0.5 y menores que $+0.5$ (tabla 9).

El índice de presión parcial arterial de oxígeno entre fracción inspirada de oxígeno (PaO_2/FiO_2), o también denominado índice de Kirby, oscila entre 32.6 y 280 mmHg al ingreso a VM y entre 48 y 294.3 mmHg a los siete días de VM, con medias y desviaciones estándares de 94.4 y 45.7 mmHg al inicio de la VM y de 151.1 y 48.9 mmHg a los siete días de VM, respectivamente. El índice de Kirby mediano y modal fluctúan entre 79.8 y 100 mmHg al inicio de la VM y entre 151.6 y 120 mmHg a los siete días de VM, respectivamente. La distribución del índice PaO_2/FiO_2 de los residentes de gran altitud es simétrica y mesocúrtica, salvo al inicio de la VM, ya que sus coeficientes de asimetría y de curtosis son mayores que -0.5 y menores que $+0.5$ (tabla 9).

Tabla 9. Estadísticos de los parámetros de la función respiratoria

Parámetro	Estadístico	Al ingreso a VM	A las 36 horas de VM	A los 4 días de VM	A los 7 días de VM
SpO ₂	Mínimo	47	82	77	70
	Máximo	98	99	97	96
	Media	88.5	92.4	91.5	91.3
	DE	6.8	2.1	2.6	3
	Asimetría	-2.62	-0.58	-1.86	-3.14
	Curtosis	9.63	2.37	7.61	16.64
	Mediana	90	92	92	92
	Moda	92	92	92	92
PaO ₂	Mínimo	30.7	38.9	37.7	45
	Máximo	209	144	137	107
	Media	72.3	74.9	72.1	70.8
	DE	23.8	13.2	11.6	10.8
	Asimetría	1.46	0.99	0.9	0.42
	Curtosis	4.37	3.36	3.71	0.52
	Mediana	66.9	72.3	71.4	69.9
	Moda	65	72	74	63.7 ^{a/}
FiO ₂	Mínimo	0.35	0.3	0.24	0.27
	Máximo	1	1	1	1
	Media	0.827	0.504	0.494	0.513
	DE	0.176	0.15	0.142	0.164
	Asimetría	-0.92	1.25	1.46	1.3
	Curtosis	0.06	1.25	2.64	1.07
	Mediana	0.8	0.45	0.45	0.45
	Moda	1	.4	0.4	0.4
PEEP	Mínimo	4	6	5	5
	Máximo	25	17	18	16
	Media	11.7	11.3	10.6	9.6
	DE	3	2	2.1	2.3
	Asimetría	0.99	0.02	0.17	0.11
	Curtosis	4.34	-0.16	0.15	0.19
	Mediana	10	12	10	10
	Moda	10	12	10	10
SpO ₂ /FiO ₂	Mínimo	47	86	84	70
	Máximo	265.7	313.3	391.7	344.4
	Media	114.6	197.5	198.9	194
	DE	38.1	50.4	50.4	53
	Asimetría	1.75	-0.14	0.09	-0.11
	Curtosis	3.02	-0.71	0.06	-0.37
	Mediana	104.4	202.2	200	201.1
	Moda	88	232.5	206.7	230
PaO ₂ /FiO ₂	Mínimo	32.6	52.7	54	48
	Máximo	280	293.3	300	294.3
	Media	94.4	160.2	157.2	151.1
	DE	45.7	49.3	48.4	48.9
	Asimetría	1.48	0.23	0.38	0.25
	Curtosis	2.24	-0.21	0.051	-0.05
	Mediana	79.8	159.45	155.9	151.6
	Moda	100	172.5	80 ^{b/}	120 ^{c/}

SpO₂: saturación de pulso de oxígeno, PaO₂: presión parcial arterial de oxígeno, FiO₂: fracción inspirada de oxígeno, SpO₂/FiO₂: índice de saturación de pulso de oxígeno entre fracción inspirada de oxígeno, PaO₂/FiO₂: índice de Kirby, PEEP: presión positiva al final de la espiración

Nota: ^{a/}bimodal (63.7 y 79 mmHg con frecuencia 5), ^{b/}multimodal (80, 108, 111.5, 130, 131.2, 170, 194, 195, 211.4, 237.1 con frecuencia 3), ^{c/}multimodal (120, 140, 174, 182 con frecuencia 3)

5.1.3. Análisis de la función hemodinámica

Tabla 10. Estadísticos de los parámetros de la función hemodinámica.

Parámetro	Estadístico	Al ingreso a VM	A las 36 horas de VM	A los 4 días de VM	A los 7 días de VM
PAS	Mínimo	82	36	84	85
	Máximo	217	179	184	182
	Media	122.5	111.6	118.8	119.6
	DE	24.3	16.6	20.1	20.9
	Asimetría	0.83	0.87	0.85	0.58
	Curtosis	0.62	3.62	0.38	-0.45
	Mediana	119	108	115	116
	Moda	119	102	110	112
PAD	Mínimo	50	50	49	48
	Máximo	120	113	109	103
	Media	72.8	65.8	68.6	67.8
	DE	14.3	10	11.8	11.3
	Asimetría	0.87	1.26	0.87	0.6
	Curtosis	0.57	2.6	0.4	-0.29
	Mediana	71	64	66.5	66
	Moda	67	61	59	60
PAM	Mínimo	62	64	61	64
	Máximo	152	129	127	120
	Media	89.3	81.1	85.3	85.1
	DE	17.1	11	13.8	13.7
	Asimetría	0.9	1.2	0.85	0.52
	Curtosis	0.68	2	0.2	-0.64
	Mediana	87	79	82	83
	Moda	76	76	78	83
Hb	Mínimo	8.4	8.5	7.8	7.5
	Máximo	23.7	20.3	25.5	20.5
	Media	15.5	14.4	13.9	13.5
	DE	2.2	2.1	2.2	2.1
	Asimetría	0.18	0.06	0.91	0.38
	Curtosis	0.72	0.49	3.38	0.81
	Mediana	15.5	14.5	13.9	13.4
	Moda	14	15	14	13

PAS: presión arterial sistólica, PAD: presión arterial diastólica, PAM: presión arterial media, Hb: hemoglobina

La PAS oscila entre 82 y 217 mmHg al ingreso a VM y entre 85 y 182 mmHg a los siete días de VM, con medias y desviaciones estándares de 122.5 y 24.3 mmHg al inicio y de 119.6 y 20.9 mmHg a los siete días de VM, respectivamente. La PAS mediana y modal fluctúan entre 108 y 119 mmHg y 102 y 119 mmHg, respectivamente. La distribución de la PAS de los residentes de gran altitud es más alargada a la derecha en todos los momentos, ya que sus coeficientes de asimetría son mayores que +0.5, y más altas que la curva normal al ingreso a VM y a las 36 horas de VM, ya que sus coeficientes de curtosis son mayores que +0.5 y mesocúrtica a los cuatro y siete días, dado que, sus coeficientes de curtosis son mayores que -0.5 y menores que +0.5, respectivamente (tabla 10).

La PAD varía entre 50 y 120 mmHg al ingreso a VM y entre 48 y 103 mmHg a los siete días de VM, con medias y desviaciones estándares de 72.85 y 14.3 mmHg al inicio y de 67.8 y 11,3 mmHg a los siete días de VM, respectivamente. La PAD mediana y modal fluctúan entre 64 y 71 mmHg y 59 y 67 mmHg, respectivamente. La distribución de la PAD de los pacientes es más alargada a la derecha en todos los momentos, ya que sus coeficientes de asimetría son mayores que +0.5; más alta que la curva normal al ingreso a VM y a las 36 horas de VM, ya que sus coeficientes de curtosis son mayores que +0.5; y, mesocúrtica a los cuatro y siete días, ya que sus coeficientes de curtosis son mayores que -0.5 y menores que +0.5, respectivamente (tabla 10).

La PAM fluctúa entre 62 y 152 mmHg al ingreso a VM y entre 64 y 120 mmHg a los siete días de VM, con medias y desviaciones estándares de 89.3 y 17.1 mmHg al inicio y de 85.1 y 13.7 mmHg a los siete días de VM, respectivamente. La PAM mediana y modal oscilan entre 82 y 87 mmHg y 76 y 83 mmHg, respectivamente. La distribución de la PAD de los residentes de gran altitud es más alargada a la derecha en todos los momentos, ya que sus coeficientes de asimetría son mayores que +0.5, y más altas que la curva normal al ingreso a VM y a las 36 horas de VM, dado que, sus coeficientes de curtosis son mayores que +0.5, mesocúrtica a los cuatro días con coeficiente de curtosis mayor que -0.5 y menor que +0.5 y más baja que la curva normal con coeficiente de curtosis mayor que +0.5 (tabla 10).

La Hb varía entre 8.4 y 23.7 g/dl al ingreso a VM y entre 7.5 y 20.5 g/dl a los siete días de VM, con medias y desviaciones estándares de 15.5 y 2.2 g/dl al inicio de la VM y de 13.5 y 2.1 g/dl a los siete días de VM, respectivamente. La Hb mediana y modal fluctúan entre 13.4 y 15.5 g/dl y 13 y 15 g/dl, respectivamente. La distribución de la Hb de los pacientes es simétrica en todos los momentos, salvo a los cuatro días de VM, pues sus coeficientes de asimetría son mayores que -0.5 y menores que +0.5, y más altas que la curva normal en todos los momentos, a excepción de las 36 horas de VM, ya que sus coeficientes de curtosis son mayores que +0.5 (tabla 10).

Tabla 11. Nivel de hemoglobina

Momento	Nivel	Residentes	%
Ingreso a VM	Anemia	29	11.4
	Normal	223	87.8
	Poliglobulia	2	0.8
A las 36 horas de VM	Anemia	57	22.4
	Normal	197	77.6
A los 4 días de VM	Anemia	80	31.5
	Normal	172	67.7
	Poliglobulia	2	0.8
A los 7 días de VM	Anemia	92	36.2
	Normal	162	63.8

En todo momento, la mayoría de pacientes tiene cifras normales de hemoglobina, entre 87.8 % al ingreso a VM y 63.8 % a los siete días de VM. La anemia constituye un 11.4 % al ingreso a VM y 36.2 % a los siete días de VM. La poliglobulia solo ocurre al ingreso a VM y a los cuatro días de VM, representando menos del 1 % (tabla 11).

Tabla 12. Uso de vasoactivos periféricos

Uso	Residentes	%
No	125	49.2
Sí	129	50.8

En un poco más de la mitad (129, 50.8 %) de los residentes de gran altitud se emplearon vasoactivos periféricos, siendo la noradrenalina la más usada (tabla 12).

5.2. Análisis bivariado

5.2.1. Análisis de la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2

El índice SpO_2/FiO_2 no tiene distribución normal en ninguno de los momentos, dado que los valores p son menores que el nivel de significación de 0.05. Por otro lado, el índice de Kirby (PaO_2/FiO_2) tiene distribución normal en cada uno de los momentos, salvo al ingreso a VM, dado que los valores p son mayores que el nivel de significación de 0.05 (tabla 13).

Tabla 13. Evaluación de la normalidad de los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 con la prueba de Kolmogórov-Smirnov

Índice	Kolmogórov-Smirnov	Al ingreso a VM	A las 36 horas de VM	A los 4 días de VM	A los 7 días de VM
SpO_2/FiO_2	Estadístico	0.203	0.106	0.072	0.071
	Valor p	0	0	.003	.003
	¿Normal?	No	No	No	No
PaO_2/FiO_2	Estadístico	0.142	0.045	0.056	0.037
	Valor p	0	> .2	.052	> .2
	¿Normal?	No	Sí	Sí	Sí

SpO_2/FiO_2 : índice de saturación de pulso de oxígeno entre fracción inspirada de oxígeno;
 PaO_2/FiO_2 : índice de Kirby

Como el objetivo era determinar la correlación entre el índice SpO_2/FiO_2 y el índice PaO_2/FiO_2 en cada uno de los momentos en que el paciente estuvo en VM, y, dado que las distribuciones de los índices no son normales, se recurre al cálculo del coeficiente rho de Spearman para lograr el objetivo.

La correlación entre el índice SpO_2/FiO_2 y el índice de PaO_2/FiO_2 , dada por el coeficiente rho de Spearman, en cada uno de los momentos, es directa o positiva, alta (0.6 a 0.79) o muy alta (0.8 a 0.99) y altamente significativa (**, $p < 0.01$) (tabla 14).

Tabla 14. Coeficientes de correlación rho de Spearman entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2

Estadísticos	Al ingreso a VM	A las 36 horas de VM	A los 4 días de VM	A los 7 días de VM
Rho de Spearman	0.627**	0.841**	0.873**	0.872**
Valor p	0	0	0	0
Correlación	Altamente significativa	Altamente significativa	Altamente significativa	Altamente significativa

SpO_2/FiO_2 : saturación de pulso de oxígeno/fracción inspirada de oxígeno
 PaO_2/FiO_2 : presión parcial arterial de oxígeno/ fracción inspirada de oxígeno
 **: altamente significativo ($p < .01$)

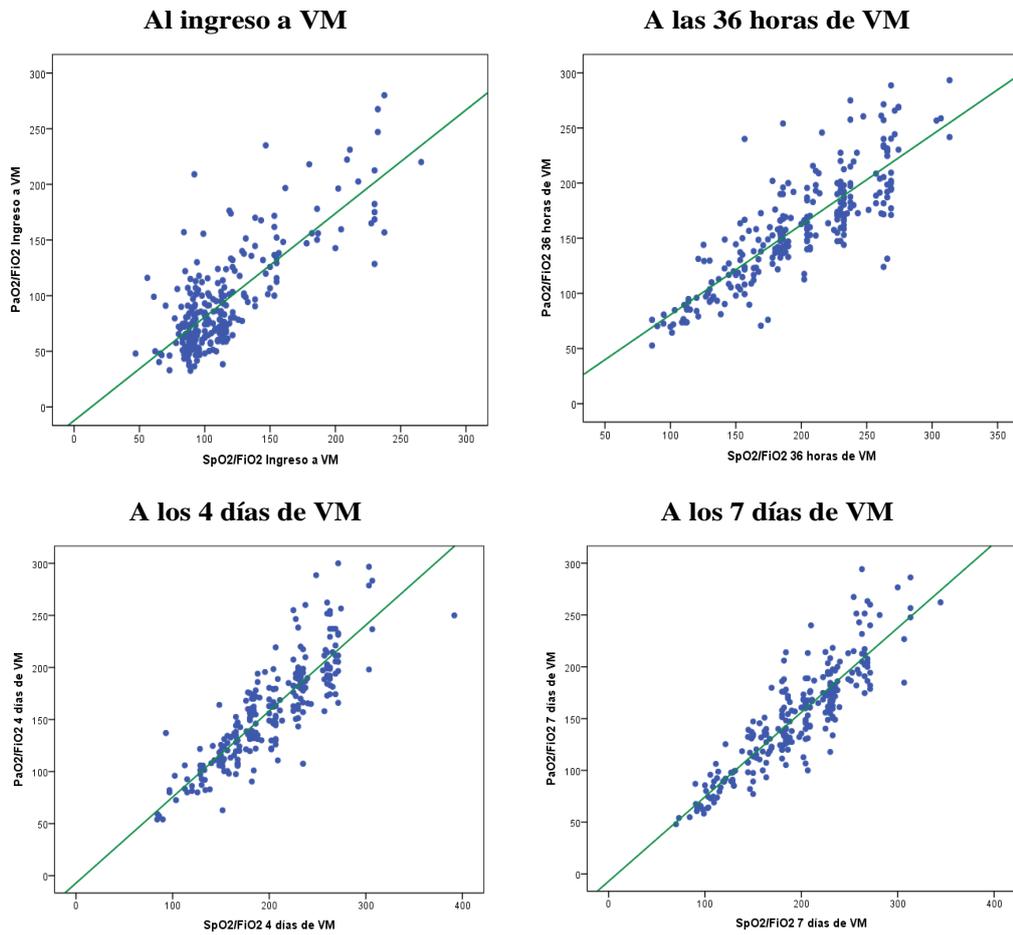


Figura 8. Diagramas de dispersión del índice SpO_2/FiO_2 y el índice PaO_2/FiO_2

Los diagramas de dispersión de la figura 8 revelan que la correlación entre los índices en cada uno de los momentos es positiva. Esto demuestra, que cuanto mayor sea índice SpO_2/FiO_2 , mayor será el índice de Kirby (PaO_2/FiO_2).

5.3. Prueba de hipótesis

La hipótesis de investigación a probar es:

«Los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en adultos residentes de gran altitud con SDR por SARS-CoV-2 del HNRPP de Huancayo tienen correlación positiva y significativa.»

La prueba de hipótesis se realiza en cada uno de los momentos: 1) al ingreso a la VM, 2) a las 36 horas de VM, 3) a los cuatro días de VM, y 4) a los siete días de VM. Los índices son variables continuas de razón con distribuciones no normales (tabla 13) y la muestra es grande ($n = 254$, $n > 50$), por lo tanto, la prueba estadística de la hipótesis es jerarquizar la significación del coeficiente de correlación utilizando la prueba Z de Gauss con un nivel de confianza del 95 %, el programa es rho de Spearman desarrollado a continuación.

5.3.1. Prueba al ingreso a VM

5.3.1.1. Hipótesis estadísticas

Ho: al ingreso a VM, los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP de Huancayo no tienen correlación positiva ni significativa ($H_0: \rho = 0$)

H_1 : al ingreso a VM, los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP de Huancayo tienen correlación positiva y significativa ($H_1: \rho > 0$).

5.3.1.2. Estadística de prueba

Dado el gran tamaño de la muestra ($n = 254$, $n > 50$), el estadístico de prueba es la función gaussiana Z de la distribución normal estándar, para la significación del coeficiente de correlación rho de Spearman, se define como:

$$Z = r\sqrt{n-1}$$

Aquí, r es el coeficiente de correlación muestral rho de Spearman entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 al ingreso a VM y n es el número de residentes evaluados.

5.3.1.3. Regla de decisión

El valor teórico de la z de Gauss al 95 % de nivel de confianza para la prueba unilateral de cola derecha es 1.645, por lo que, si el valor calculado de la función Z es mayor a 1.645, se rechaza la hipótesis nula; en caso contrario, se acepta (figura 9). Para el valor p , si el valor p es menor a .05, se rechaza la hipótesis nula, en caso contrario, se acepta.

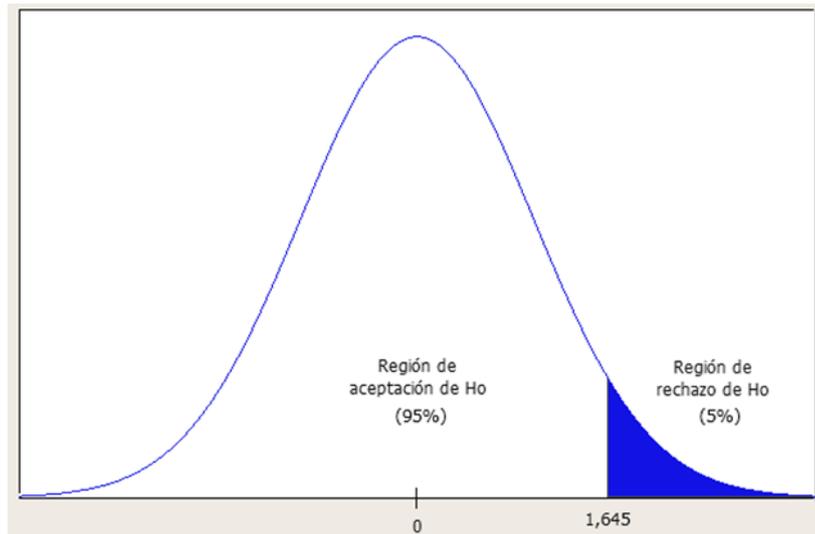


Figura 9. Regiones de rechazo y aceptación de H_0

5.3.1.4. Valores calculados

En la tabla 15 se reporta el coeficiente de correlación por rangos rho de Spearman entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 de 0.627 con valor p [Sig. (unilateral)] de 0. El valor calculado de la Z de Gauss es de 9.97:

$$Z = 0.627\sqrt{254 - 1} = 9.97$$

Tabla 15. Coeficiente de correlación rho de Spearman entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 al ingreso a VM

Correlaciones				
Tipo	Variables	Estadísticos	PaO_2/FiO_2 con SDRA al ingreso a VM	SpO_2/FiO_2 con SDRA al ingreso a VM
Rho de Spearman	PaO_2/FiO_2 con SDRA al ingreso a VM	Coeficiente de correlación	1.000	.627
		Sig. (unilateral)	.	.000
		n	254	254
	SpO_2/FiO_2 con SDRA al ingreso a VM	Coeficiente de correlación	.627	1.000
		Sig. (unilateral)	.000	.
		n	254	254

****.** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (unilateral)

5.3.1.5. Decisión estadística

Dado que el valor calculado de la Z de Gauss (9,97) es superior a 1,645 y el valor p (0) es inferior a 0,05, se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa.

5.3.1.6. Conclusión

Al 95 % de confianza estadística, se acepta que, al ingreso a VM, los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP de Huancayo tienen correlación directa y significativa.

5.3.2. Prueba a las 36 horas de VM

5.3.2.1. Hipótesis estadística

H_0 : a las 36 horas de VM, los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP de Huancayo no tienen correlación directa ni significativa ($H_0: \rho = 0$)

H_1 : a las 36 horas de VM, los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP de Huancayo tienen correlación directa y significativa ($H_1: \rho > 0$)

5.3.2.2. Estadística de prueba

Dado el gran tamaño de la muestra ($n = 254$, $n > 50$), el estadístico de prueba es la función gaussiana Z de la distribución normal estándar, para la significación del coeficiente de correlación rho de Spearman, se define como:

$$Z = r\sqrt{n-1}$$

Aquí, r es el coeficiente de correlación muestral rho de Spearman de los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a las 36 horas de VM y n es el número de residentes evaluados.

5.3.2.3. Regla de decisión

El valor teórico de la Z de Gauss al 95 % de nivel de confianza para la prueba unilateral de cola derecha es 1.645, por lo que, si el valor calculado de la función Z es mayor a 1.645, se rechazará la hipótesis nula; en caso contrario, se considerará aceptado (figura 10). Con el valor p , si es menor a 0.05, se rechazará la hipótesis nula, en caso contrario, se aceptará.

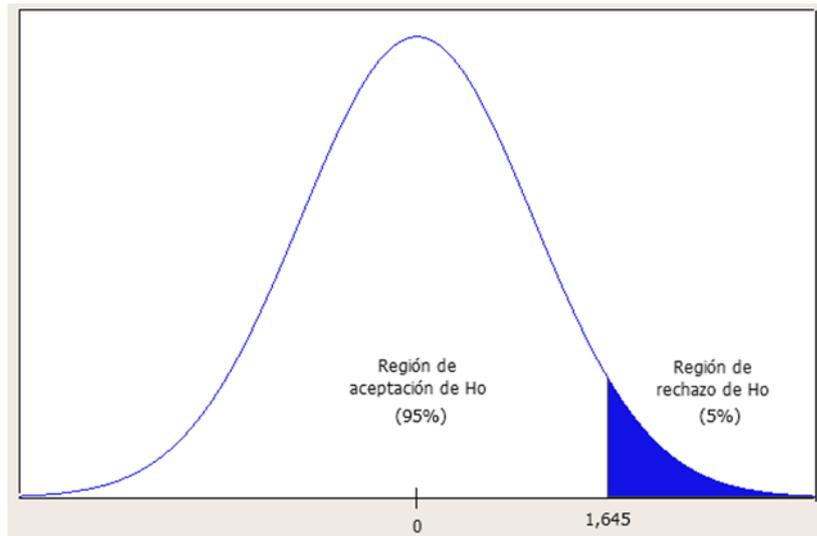


Figura 10. Regiones de rechazo y aceptación de H_0

5.3.2.4. Valores calculados

En la tabla 16 se reporta el coeficiente de correlación por rangos rho de Spearman entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 de 0.841 con valor p [Sig. (unilateral)] de 0. El valor calculado de la Z de Gauss es de 13.38:

$$Z = 0.841\sqrt{254 - 1} = 13.38$$

Tabla 16. Coeficiente de correlación rho de Spearman entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a las 36 horas de VM

		Correlaciones		
Tipo	Variables	Estadísticos	PaO_2/FiO_2 con SDRA a las 36 horas de VM	SpO_2/FiO_2 con SDRA a las 36 horas de VM
Rho de Spearman	PaO_2/FiO_2 con SDRA a las 36 horas de VM	Coefficiente de correlación	1.000	.841
		Sig. (unilateral)	.	.000
		n	254	254
	SpO_2/FiO_2 con SDRA a las 36 horas de VM	Coefficiente de correlación	.841	1.000
		Sig. (unilateral)	.000	.
		n	254	254

***. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (unilateral)*

5.3.2.5. Decisión estadística

Dado que el valor calculado de la Z de Gauss (13.38) es mayor que 1.645 y el valor p (0) es menor que .05, se rechaza la hipótesis nula a favor de la hipótesis alternativa.

5.3.2.6. Conclusión

Al 95 % de confianza estadística, se acepta que, a las 36 horas de VM, los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP de Huancayo tienen correlación directa y significativa.

5.3.3. Prueba a los 4 días de VM

5.3.3.1. Hipótesis estadística

H_0 : a los 4 días de VM, los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP de Huancayo no tienen correlación directa ni significativa ($H_0: \rho = 0$).

H_1 : a los 4 días de VM, los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP de Huancayo tienen correlación directa y significativa ($H_1: \rho > 0$).

5.3.3.2. Estadística de prueba

Dado el gran tamaño de la muestra ($n = 254$, $n > 50$), el estadístico de prueba es la función gaussiana Z de la distribución normal estándar, para la significación del coeficiente de correlación rho de Spearman, se define como:

$$Z = r\sqrt{n-1}$$

Aquí, r es el coeficiente de correlación muestral rho de Spearman de los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a los cuatro días de VM y n es el número de residentes evaluados.

5.3.3.3. Regla de decisión

El valor teórico de la Z de Gauss al 95 % de nivel de confianza para la prueba unilateral de cola derecha es 1.645, por lo que, si el valor calculado de la función Z es mayor a 1.645, se rechazará la hipótesis nula; en caso contrario, se considerará aceptado (figura 11). Con el valor p , si es menor a 0.05, se rechazará la hipótesis nula, en caso contrario, se aceptará.

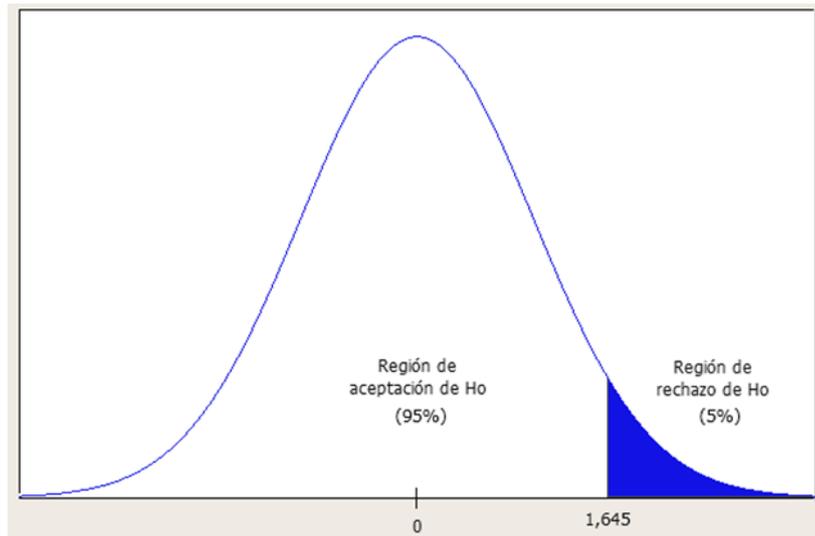


Figura 11. Regiones de rechazo y aceptación de H_0

5.3.3.4. Valores calculados

En la tabla 17 se reporta el coeficiente de correlación por rangos rho de Spearman entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 de 0.873 con valor p [Sig. (unilateral)] de 0. El valor calculado de la Z de Gauss es de 13.89:

$$Z = 0.873\sqrt{254 - 1} = 13.89$$

Tabla 17. Coeficiente de correlación rho de Spearman entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a los 4 días de VM

Correlaciones				
Tipo	Variables	Estadísticos	PaO_2/FiO_2 con SDR a los 4 días de VM	SpO_2/FiO_2 con SDR a los 4 días de VM
Rho de Spearman	PaO_2/FiO_2 con SDR a los 4 días de VM	Coefficiente de correlación	1.000	.873
		Sig. (unilateral)	.	.000
		n	.254	254
	SpO_2/FiO_2 con SDR a los 4 días de VM	Coefficiente de correlación	.873	1.000
		Sig. (unilateral)	.000	.
		n	254	254

***. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (unilateral)*

5.3.3.5. Decisión estadística

Dado que el valor Z gaussiano calculado (13,89) es superior a 1,645 y el valor p (0) es inferior a 0,05, se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa.

5.3.3.6. Conclusión

Al 95 % de confianza estadística, se acepta que, a los cuatro días de VM, los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP de Huancayo tienen correlación directa y significativa.

5.3.4. Prueba a los 7 días de VM

5.3.4.1. Hipótesis estadística

H_0 : a los 7 días de VM, los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP de Huancayo no tienen correlación directa y significativa ($H_0: \rho = 0$).

H_1 : a los 7 días de VM, los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP de Huancayo tienen correlación directa y significativa ($H_1: \rho > 0$).

5.3.4.2. Estadística de prueba

Dado el gran tamaño de la muestra ($n = 254$, $n > 50$), el estadístico de prueba es la función gaussiana Z de la distribución normal estándar, para la significación del coeficiente de correlación rho de Spearman, se define como:

$$Z = r\sqrt{n-1}$$

Aquí, r es el coeficiente de correlación muestral rho de Spearman de los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a los siete días de VM, n es el número de residentes evaluados.

5.3.4.3. Regla de decisión

El valor teórico de la Z de Gauss al 95 % de nivel de confianza para la prueba unilateral de cola derecha es 1.645, por lo que, si el valor calculado de la función Z es mayor a 1.645, se rechazará la hipótesis nula; en caso contrario, se considerará aceptado (figura 12). Para el valor p , si es menor a .05, se rechazará la hipótesis nula, en caso contrario, se aceptará.

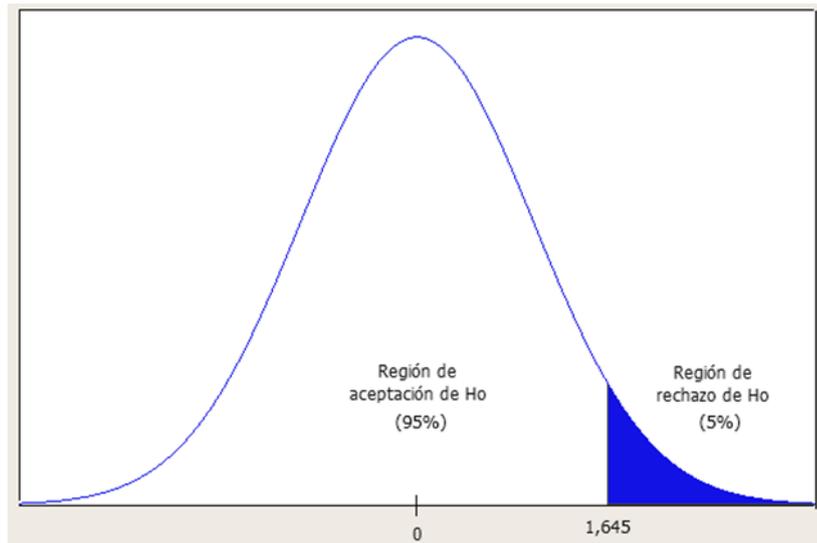


Figura 12. Regiones de rechazo y aceptación de H_0

5.3.4.4. Valores calculados

En la tabla 18 se reporta el coeficiente de correlación por rangos rho de Spearman entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 de 0.872 con valor p [Sig. (unilateral)] de 0. El valor calculado de la Z de Gauss es de 13.87:

$$Z = 0.872\sqrt{254 - 1} = 13.87$$

Tabla 18. Coeficiente de correlación rho de Spearman entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a los 7 días de VM

Correlaciones				
Tipo	Variables	Estadísticos	PaO_2/FiO_2 con SDRA a los 7 días de VM	SpO_2/FiO_2 con SDRA a los 7 días de VM
Rho de Spearman	PaO_2/FiO_2 con SDRA a los 7 días de VM	Coeficiente de correlación	1.000	.872
		Sig. (unilateral)	.	.000
		n	.254	254
	SpO_2/FiO_2 con SDRA a los 7 días de VM	Coeficiente de correlación	.872	1.000
		Sig. (unilateral)	.000	.
		n	254	254

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (unilateral)

5.3.4.5. Decisión estadística

Dado que el valor Z gaussiano calculado (13,87) es superior a 1,645 y el valor p (0) es inferior a 0,05, se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa.

5.3.4.6. Conclusión

Al 95 % de confianza estadística, se acepta que, a los siete días de VM, los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP de Huancayo tienen correlación directa y significativa.

5.4. Discusión de resultados

Los resultados de correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 fueron analizados en 4 distintos momentos (ingreso, 36 horas, 4 días y 7 días de VM) por lo que, la discusión seguirá esa misma estructura.

Al determinar la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en SDRA ocasionado por SARS-CoV-2 en adultos residentes de gran altitud del HNRPP, desde marzo del 2020 a diciembre 2021, se determinó que la correlación entre el índice SpO_2/FiO_2 y el índice de PaO_2/FiO_2 , dada por el coeficiente rho de Spearman en general es positiva muy alta (0.890), y altamente significativa ($p < 0.01$), además de graficar en el diagrama de dispersión una correlación positiva entre los índices. Esto significa, que cuanto mayor sea el índice SpO_2/FiO_2 mayor será el índice PaO_2/FiO_2 .

Estos resultados demuestran que el índice oxigenatorio SpO_2/FiO_2 es tan eficiente como el índice de Kirby en el monitoreo de la oxigenación del paciente en ventilación mecánica, presentándose como un instrumento fiable para su uso respectivo. Por lo que, con relación a lo mencionado, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, que detalla que los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP de Huancayo tienen correlación positiva y significativa; esto, constatados por Bonaventura et al. (21) quienes demostraron una correlación positiva entre SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 ($r = 0,938$, $p < 0,0001$) casi similar a este estudio ($r = 0.89$, $p = 0$).

Por otro lado, Kumar et al. (18) probaron una correlación lineal en la dispersión obtenida; así también, un valor ($r = 0.86$, $p < 0.001$) similar a este ($r = 0.89$, $p = 0$); al igual que Rice et al. (68) obtuvieron un valor $r = 0.89$, $p < 0.001$.

La relación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 , extraída mediante ecuación de regresión lineal simple, varía en lo descrito por los estudios de Rice et al. (68) ($SF = 64 + 0,84 x PF$) ($p < 0,0001$; $r = 0,89$), Bilan et al. (69) ($SF = 57 + 0,61 PF$) ($p < 0,001$) y el nuestro ($SF = 41.481$

+ 0,958 PF) ($p < 0.001$), lo que limita una generalización de la ecuación obtenida. Cabe mencionar que la correlación calculada para los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 se realizó por encima de los 3000 m s. n. m. teniendo como resultado correlación positiva muy alta, que fue corroborada por el estudio de Xu et al. (20) que demuestra que el índice SpO_2/FiO_2 puede reemplazar al PaO_2/FiO_2 en diferentes niveles de altura 1800, 2200 y 3200 m s. n. m., siendo los valores $r = 0,830, 0,828$ y $0,951$, respectivamente, todos $p < 0,05$.

Por estos motivos, que se fundamentan en los resultados anteriormente descritos, se determina que el índice SpO_2/FiO_2 permite valorar eficientemente la función oxigenatoria del paciente; sin embargo, la predicción de un valor de PaO_2/FiO_2 con la fórmula de regresión lineal descrita, o la predicción del SpO_2/FiO_2 a partir del PaO_2/FiO_2 no es generalizable, dado que las investigaciones discutidas y esta, presentan diversas fórmulas que solo se adaptan a cada estudio propuesto.

Por último, con relación al comportamiento de los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 por encima de los 3000 m s. n. m., es importante precisar que, la correlación se comporta independientemente del lugar de residencia del sujeto de estudio, por consiguiente, el índice SpO_2/FiO_2 es un sustituto eficiente del índice PaO_2/FiO_2 .

Los resultados obtenidos al determinar la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en SDRA ocasionado por SARS-CoV-2 de la población estudiada al inicio de ventilación mecánica, demuestra una correlación con un valor rho de Spearman de 0,627, $p < 0.0001$, demostrando una correlación positiva alta.

Esto significa que el índice SpO_2/FiO_2 es eficiente tanto como el índice PaO_2/FiO_2 en el monitoreo de la oxigenación de pacientes con SDRA en el momento inmediato del ingreso a ventilación mecánica; sin embargo, esta correlación es mucho menor comparada con los resultados a las 36 horas ($r = 0.841, p < 0.0001$), 4 días ($r = 0.873, p < 0.0001$) y 7 días ($r = 0.872, p < 0.0001$). En ese sentido, dado que, se tiene el valor calculado de la Z de Gauss ($9.97 > 1.645, p = 0 < 0.05$), se rechaza la hipótesis nula, favoreciendo a la hipótesis alternativa; concluyendo al 95 % de confianza estadística que al ingreso a VM, los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en adultos residentes de gran altitud con SDRA tienen correlación positiva alta y significativa.

Dichos resultados son corroborados por Ameghino et al. (22), quienes demostraron una correlación positiva alta ($r = 0,64 p < 0,001$), que es similar al resultado obtenido en la presente

investigación. En consecuencia, en base a lo expuesto en el análisis de resultados, se puede afirmar que el índice SpO_2/FiO_2 permite valorar la función oxigenatoria del paciente en sustitución del índice de Kirby; empero, este tiene menor fuerza al ingreso a VM, en contraste a la correlación a las 36 horas ($r = 0.841, p < 0.0001$), 4 días ($r = 0.873, p < 0.0001$) y 7 días ($r = 0.872, p < 0.0001$), lo que indica su limitación.

Asimismo, se demostró la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a las 36 horas del inicio de ventilación mecánica, dada por el coeficiente rho de Spearman con un valor $r = 0.841, p < 0.001$, lo que se interpreta como una correlación positiva muy alta; además, de ser altamente significativa ($p < 0.001$). Esto permite valorar la eficiencia del índice SpO_2/FiO_2 vs. el índice PaO_2/FiO_2 en el monitoreo de la oxigenación de pacientes a las 36 horas de ventilación mecánica; encontrando que, la correlación mejoró en fuerza en comparación a la medida al ingreso ($r = 0,627, p < 0.001$) y fue similar con relación a los 4 días ($r = 0.873, p < 0.0001$) y 7 días ($r = 0.872, p < 0.0001$).

Por tanto, considerando el valor calculado de la Z de Gauss ($13.38 > 1.645, p = 0 < 0.05$), se decide rechazar la hipótesis nula favoreciendo a la hipótesis alternativa, aceptando al 95 % de confianza estadística, que a las 36 horas de VM, los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, tienen correlación positiva muy alta y significativa.

Estos resultados se constatan por Ameghino et al. (22), quienes probaron una correlación positiva alta ($r = 0,67 p < 0.001$) y correlación positiva muy alta ($r = 0,91 p < 0,001$) a las 24 y 48 horas, respectivamente, que en comparación con el corte a las 36 horas de VM del presente estudio, demuestra similitud y se encuentra entre los rangos superior e inferior de dicha investigación.

Para finalizar, acorde a lo expuesto en el análisis de resultados y la contrastación con los estudios discutidos, se afirma que el índice SpO_2/FiO_2 valora la función oxigenatoria del paciente en reemplazo del PaO_2/FiO_2 a las 36 horas de VM. Este análisis es similar a la correlación posterior a los 4 días ($r = 0.873, p < 0.0001$) y 7 días ($r = 0.872, p < 0.0001$), lo que demuestra un comportamiento constante y mayor fuerza de correlación.

La correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a los 4 días del inicio de ventilación mecánica en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 encontró correlación, dada por un coeficiente rho de Spearman de $r = 0.873$ y $p < 0.0001$, siendo positiva

muy alta y significativa. Esto verifica que el índice SpO_2/FiO_2 permite vigilar parámetros oxigenatorios en pacientes en VM, además de ser eficiente y sustituto fiable del índice PaO_2/FiO_2 . Por esta razón, luego de obtener el valor calculado de la Z de Gauss (13.89) que es mayor que 1.645 y el valor p (0) es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula favoreciendo a la hipótesis alternativa; concluyendo al 95 % de confianza estadística que, a los 4 días de VM, los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP tienen correlación positiva muy alta y significativa.

En referencia a lo anterior, el estudio de Ameghino et al. (22) confirma los resultados de la presente investigación, ya que también presentaron una correlación directa muy alta ($r = 0,92$ $p < 0.001$) a las 72 horas de VM, valores que son similares a los resultados obtenidos en el presente estudio ($r = 0.873$). En tal sentido, respaldado en los argumentos presentados y después de analizar los resultados, se confirma que mientras mayor sea el tiempo de permanencia del paciente en VM, la correlación entre ambos índices oxigenatorios es más fuerte y se acerca a la unidad, ya que, en el presente estudio, la correlación es positiva muy alta, lo que demuestra el incremento de eficiencia del índice SpO_2/FiO_2 y la tendencia a la unidad con relación al valor de la correlación rho de Spearman.

Por último, los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a los 7 días de VM en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2, se correlacionaron mediante un coeficiente rho de Spearman de 0.872 para un valor $p < 0.001$, interpretándose esto como una correlación positiva, muy alta y altamente significativa ($p < 0.001$). Lo anterior prueba que el índice SpO_2/FiO_2 puede evaluar la oxigenación en pacientes en VM, supliendo eficientemente al PaO_2/FiO_2 . Es así como, con un valor Z de Gauss (13.87) mayor que 1.645, y un valor p (0) menor que 0.05, se optó por aceptar la hipótesis alterna, que establece que al 95 % de confianza estadística, a los 7 días de VM, los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, tienen correlación positiva muy alta y significativa. Esta afirmación, es similar a lo descrito por Bonaventura et al. (21), Kumar et al. (18) y Rice et al. (68), quienes demostraron correlación positiva entre ambos cocientes ($r = 0.938, p < 0,0001$), ($r = 0.86, p < 0.001$) y ($r = 0.89, p < 0.001$), respectivamente. En tal sentido, se sostiene que el SpO_2/FiO_2 podría suplir al PaO_2/FiO_2 y que la correlación se mantiene constante y es de mejor fuerza a partir de las 36 horas en VM (tabla 13).

CONCLUSIONES

1. En esta tesis, se determinó la correlación positiva entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en SDRA ocasionado por SARS-CoV-2 en adultos residentes de gran altitud geográfica del HNRPP, Huancayo, 2020-2021, permitiendo demostrar la utilidad del índice SpO_2/FiO_2 como sustituto del PaO_2/FiO_2 en el monitoreo oxigenatorio de los pacientes críticamente enfermos; ya que, se encontró que la correlación entre ambos cocientes, dada por el coeficiente rho de Spearman en general es directa o positiva, muy alta (0.890), y altamente significativa ($p < 0.01$), demostrando una fuerte correlación del índice SpO_2/FiO_2 y el índice PaO_2/FiO_2 según el tiempo que el paciente estuvo en VM. Este resultado demuestra que el SpO_2/FiO_2 es tan eficiente como el PaO_2/FiO_2 en el monitoreo de la oxigenación del paciente en ventilación mecánica, presentándose como un instrumento fiable para su uso respectivo.
2. La correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 al ingreso a ventilación mecánica de los pacientes con SDRA por SARS-CoV-2, muestra un coeficiente rho de Spearman de 0,627 y una significancia $p < 0.001$, demostrando una correlación directa o positiva alta. Constatando que, el índice SpO_2/FiO_2 es eficiente con relación al PaO_2/FiO_2 en el proceso de monitoreo de la oxigenación de pacientes, por lo que, es un buen sustituto del PaO_2/FiO_2 .
3. La correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a las 36 horas del inicio de ventilación mecánica en adultos residentes de gran altitud muestra un coeficiente rho de Spearman de un valor $r = 0.841$, $p < 0.001$ siendo directa o positiva, muy alta, y altamente significativa ($p < 0.001$). Lo que permite afirmar que la eficiencia del SpO_2/FiO_2 en comparación del índice PaO_2/FiO_2 en el monitoreo de la oxigenación de pacientes a las 36 horas de ventilación mecánica es buena y un excelente sustituto.
4. La correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a los 4 días del inicio de ventilación mecánica de los pacientes con SDRA por SARS-CoV-2 expone un coeficiente rho de Spearman, de $r = 0.873$ y $p < 0.0001$, siendo directa o positiva muy alta y significativa, esto asienta que el índice oxigenatorio SpO_2/FiO_2 permite monitorear parámetros oxigenatorios en pacientes con VM y que es eficiente y excelente sustituto del índice oxigenatorio PaO_2/FiO_2 .

5. La correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a los 7 días del inicio de ventilación mecánica de los pacientes con SDRA por SARS-CoV-2 expone un coeficiente rho de Spearman, de valor 0.872 para un valor $p < 0.0001$ siendo una correlación directa o positiva, muy alta y altamente significativa ($p < 0.001$). Constatando que, el índice oxigenatorio SpO_2/FiO_2 permite monitorear parámetros oxigenatorios en pacientes con VM, además, de ser eficiente y un buen sustituto del índice oxigenatorio PaO_2/FiO_2 .

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso del índice SpO_2/FiO_2 en sustituto del PaO_2/FiO_2 en pacientes con SDRA en ventilación mecánica independientemente de la etiología, considerando que, su mayor fuerza de correlación se encuentra a partir de las 36 horas de VM.
2. Se sugiere a los profesionales de la salud, el uso del índice SpO_2/FiO_2 , dado que, es un instrumento no invasivo y de fuerte correlación con PaO_2/FiO_2 , lo que les permitirá ser más eficientes en el uso de recursos en los diversos centros de atención.
3. A las futuras investigaciones, recomendar el manejo de muestras uniformes que permitan ser más generalizables la investigación con relación al SpO_2/FiO_2 , además de buscar un cálculo diferente a la regresión lineal que permita predecir PaO_2/FiO_2 a partir del SpO_2/FiO_2 o viceversa, ya que los resultados obtenidos y los consultados son distintos entre investigaciones.
4. Se recomienda no segmentar a los pacientes con SDRA, tomando en cuenta el lugar de residencia medido en metros sobre el nivel del mar, ya que, se demuestra que la correlación de los índices oxigenatorios estudiados no varían en función al piso altitudinal.

LISTA DE REFERENCIAS

1. Medina Gamero AR, Regalado Chamorro ME, Rosario Pacahuala EA. Síndrome de distrés respiratorio agudo en los pacientes con la COVID-19. *Atención Primaria Práctica* [Internet]. 1 de noviembre de 2021;3(4):100097. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2605073021000183?via%3Dihub>
2. Bernard GR, Artigas A, Brigham KL, Carlet J, Falke K, Hudson L, et al. The American-European Consensus Conference on ARDS. Definitions, mechanisms, relevant outcomes, and clinical trial coordination. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 1994;149:819-1. Disponible en: <https://www.atsjournals.org/doi/epdf/10.1164/ajrccm.149.3.7509706>
3. Buregeya E, Fowler RA, Talmor DS, Twagirumugabe T, Kiviri W, Riviello ED. Acute respiratory distress syndrome in the global context. *Glob Heart* [Internet]. 2014;9(3):289-95. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25667180/>
4. Riviello ED, Buregeya E, Twagirumugabe T. Diagnosing acute respiratory distress syndrome in resource limited settings: the Kigali modification of the Berlin definition. *Curr Opin Crit Care* [Internet]. 2017;23(1):18-5. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27875408/>
5. World Health Organization. Listings of WHO's response to COVID-19 [Internet]. 2020. Disponible en: <https://www.who.int/news/item/29-06-2020-covidtimeline>
6. Gorbalenya AE, Baker SC, Baric RS, de Groot RJ, Drosten C, Gulyaeva AA, et al. The species severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2. *Nat Microbiol* [Internet]. marzo de 2020;5(4):536-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41564-020-0695-z>
7. World Health Organization. Naming the coronavirus disease (COVID-19) and the virus that causes it [Internet]. 2020. Disponible en: [https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it](https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it)
8. World Health Organization. WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020 [Internet]. 2020. Disponible en: <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>
9. Statista. El nuevo coronavirus (COVID-19) – Datos estadísticos [Internet]. 2022. Disponible en: https://es.statista.com/temas/5901/el-coronavirus-de-wuhan/#dossierContents__outerWrapper

10. Número de personas fallecidas a consecuencia del coronavirus a nivel mundial a fecha de 28 de marzo de 2023, por continente [Internet]. 2022. Disponible en:
<https://es.statista.com/estadisticas/1107719/covid19-numero-de-muertes-a-nivel-mundial-por-region/>
11. Plataforma digital única del Estado Peruano. Coronavirus en el Perú: casos confirmados. [Internet]. 2020. Disponible en:
<https://www.gob.pe/8662-ministerio-de-salud-coronavirus-en-el-peru>
12. Diario El Peruano. Decreto Supremo que declara Estado de Emergencia Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del brote del COVID-19 [Internet]. Lima: Presidencia del Consejo de Ministros; mar 15, 2020. Disponible en:
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/566448/DS044-PCM_1864948-2.pdf?v=1584330685
13. Statista. Número de personas fallecidas a causa del coronavirus en el mundo a fecha de 30 de marzo de 2023, por país [Internet]. 2022. Disponible en:
<https://es.statista.com/estadisticas/1095779/numero-de-muertes-causadas-por-el-coronavirus-de-wuhan-por-pais/>
14. Emmanuel Guadalupe Mouret Hernández U, Mendoza Rodríguez M, López González A, Cortés Munguía A. Comparación de criterios de Berlín vs Kigali para diagnóstico del síndrome de insuficiencia respiratoria aguda. *Medicina Crítica* [Internet]. 2019;33(5):221-11. Disponible en: www.medigraphic.org.mx
15. Rivello ED, Kiviri W, Twagirumugabe T, Mueller A, Banner-Goodspeed VM, Officer L, et al. Hospital Incidence and Outcomes of the Acute Respiratory Distress Syndrome Using the Kigali Modification of the Berlin Definition. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 1 de enero de 2016;193(1):52-9. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26352116/>
16. Wongsrichanalai V. Correlation between the SpO₂/FiO₂ ratio and PaO₂/FiO₂ ratio in ARDS. *Chest* [Internet]. 1 de abril de 2019;155(4):98A. Disponible en:
<http://journal.chestnet.org/article/S0012369219302855/fulltext>
17. Babu S, Abhilash KPP, Kandasamy S, Gowri M. Association between SpO₂/FiO₂ Ratio and PaO₂/FiO₂ Ratio in Different Modes of Oxygen Supplementation. *Indian Journal of Critical Care Medicine* [Internet]. 1 de septiembre de 2021;25(9):1005. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8664040/>
18. Kumar A, Aggarwal R, Khanna P, Kumar R, Singh AK, Soni KD, et al. Correlation of the SpO₂/FiO₂ (S/F) ratio and the PaO₂/FiO₂ (P/F) ratio in patients with COVID-19 pneumonia. *Med Intensiva* [Internet]. julio de 2022;46(7):410. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9221934/>

19. Catoire P, Tellier E, de la Rivière C, Beauvieux MC, Valdenaire G, Galinski M, et al. Assessment of the SpO₂/FiO₂ ratio as a tool for hypoxemia screening in the emergency department. *Am J Emerg Med* [Internet]. 1 de junio de 2021;44:116-4. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33588251/>
20. Xu W, Li C, Chen Y, Duan H, Diao L, Yang X, et al. Comparison of pulse oxygen saturation/fraction of inhaled oxygen and arterial partial pressure of oxygen/fraction of inhaled oxygen in the assessment of oxygenation in acute respiratory distress syndrome patients at different high altitudes in Yunnan Province. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue* [Internet]. 1 de julio de 2021;33(7):826-5. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34412752/>
21. Bonaventura A, Mumoli N, Mazzone A, Colombo A, Evangelista I, Cerutti S, et al. Correlation of SpO₂/FiO₂ and PaO₂/FiO₂ in patients with symptomatic COVID-19: An observational, retrospective study. *Intern Emerg Med* [Internet]. 1 de septiembre de 2022;17(6):1775. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9034256/>
22. Ameghino Bautista J, Morales Corbacho J, Moises Apolaya-Segura M. Correlación entre SO₂/FiO₂ y PaO₂/FiO₂ en pacientes con insuficiencia respiratoria en ventilación mecánica. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas* [Internet]. 2018;37(3):1-9. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002018000300002
23. Pastian-Soto G. Bases Genéticas y Moleculares del COVID-19 (SARS-CoV-2). Mecanismos de Patogénesis y de Respuesta Inmune. *International Journal of Odontostomatology* [Internet]. septiembre de 2020;14(3):331-7. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-381X2020000300331&lng=es&nrm=iso&tlng=es
24. Guo YR, Cao QD, Hong ZS, Tan YY, Chen SD, Jin HJ, et al. The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak – an update on the status. *Mil Med Res* [Internet]. 13 de marzo de 2020;7(1):11. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32169119/>
25. Mousavizadeh L, Ghasemi S. Genotype, and phenotype of COVID-19: Their roles in pathogenesis. *Journal of Microbiology, Immunology, and Infection*. 1 de abril de 2021;54(2):159-63. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32265180/>
26. Rabi FA, Al Zoubi MS, Al-Nasser AD, Kasasbeh GA, Salameh DM. SARS-CoV-2 and Coronavirus Disease 2019: What We Know So Far. *Pathogens* [Internet]. 1 de marzo de 2020;9(3). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32245083/>

27. Díaz-Castrillón FJ, Toro-Montoya AI. SARS-CoV-2/COVID-19: el virus, la enfermedad y la pandemia SARS-. *Medicina y Laboratorio* [Internet]. 26 de abril de 2020;24(3):189. Disponible en: <https://medicinaylaboratorio.com/index.php/myl/article/view/268/256>
28. Siddiqi HK, Mehra MR. COVID-19 illness in native and immunosuppressed states: A clinical–therapeutic staging proposal. *Journal of Heart and Lung Transplantation* [Internet]. 1 de mayo de 2020;39(5):405-7. Disponible en: <http://www.jhltonline.org/article/S105324982031473X/fulltext>
29. Rozado J, Ayesta A, Morís C, Avanzas P. Fisiopatología de la enfermedad cardiovascular en pacientes con COVID-19. Isquemia, trombosis y disfunción cardíaca. *Rev Esp Cardiol* [Internet]. 1 de diciembre de 2020;20(SE):2-8. Disponible en: <http://www.revespcardiol.org/es-fisiopatologia-enfermedad-cardiovascular-pacientes-con-articulo-S1131358720300285>
30. Rozado J, Ayesta A, Morís C, Avanzas P. Fisiopatología de la enfermedad cardiovascular en pacientes con COVID-19. Isquemia, trombosis y disfunción cardíaca. *Rev Esp Cardiol* [Internet]. 1 de diciembre de 2020;20(SE):2-8. Disponible en: <http://www.revespcardiol.org/es-fisiopatologia-enfermedad-cardiovascular-pacientes-con-articulo-S1131358720300285>
31. Alonso Menchén D, Balsa Vázquez J, Barbero Allende JM, Hernández García G. Neumonía vírica. Neumonía en la COVID-19. *Medicine* [Internet]. 2022;13(55):3224-58. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9097969/pdf/main.pdf>
32. Iñigo M, Reina G, Del Pozo JL. Diagnóstico de COVID-19 ¿qué hemos aprendido tras dos años de pandemia? *Advances in Laboratory Medicine* [Internet]. 1 de junio de 2022;3(2):100-2. Disponible en: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/almed-2022-0048/html>
33. Lee YL, Liao CH, Liu PY, Cheng CY, Chung MY, Liu CE, et al. Dynamics of anti-SARS-Cov-2 IgM and IgG antibodies among COVID-19 patients. *J Infect* [Internet]. 1 de agosto de 2020;81(2):e55. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32335168/>
34. Ai T, Yang Z, Hou H, Zhan C, Chen C, Lv W, et al. Correlation of Chest CT and RT-PCR Testing for Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China: A Report of 1014 Cases. *Radiology* [Internet]. 1 de agosto de 2020;296(2):E32-40. Disponible en: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2020200642>
35. Fang Y, Zhang H, Xie J, Lin M, Ying L, Pang P, et al. Sensitivity of Chest CT for COVID-19: Comparison to RT-PCR. *Radiology* [Internet]. 1 de agosto de 2020;296(2):E115-7. Disponible en: <https://pubs.rsna.org/doi/pdf/10.1148/radiol.2020200432>
36. Prokop M, Van Everdingen W, Van Rees Vellinga T, Van Ufford HQ, Stöger L, Beenen L, et al. CO-RADS: A Categorical CT Assessment Scheme for Patients Suspected of

- Having COVID-19—Definition and Evaluation. *Radiology* [Internet]. 1 de agosto de 2020;296(2):E97-104. Disponible en:
<https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2020201473>
37. Martínez Chamorro E, Díez Tascón A, Ibáñez Sanz L, Ossaba Vélez S, Borrueal Nacenta S. Diagnóstico radiológico del paciente con COVID-19. *Radiología* [Internet]. 1 de enero de 2021;63(1):56. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7685043/>
38. Valverde AJS, Temoche CEM, Caicedo CRC, Hernández NBA, Padilla TMT. Covid-19: fisiopatología, historia natural y diagnóstico. *Revista Eugenio Espejo* [Internet]. 1 de junio de 2021;15(2):98-114. Disponible en:
<https://eugenioespejo.unach.edu.ec/index.php/EE/article/view/223/24>.
39. Sánchez Valverde AJ, Miranda Temoche CE, Castillo Caicedo CR, Arellano Hernández NB, Tixe Padilla TM, Sánchez Valverde AJ, et al. Covid-19: fisiopatología, historia natural y diagnóstico. *Revista Eugenio Espejo* [Internet]. 1 de junio de 2021;15(2):98-16. Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2661-67422021000200098&lng=es&nrm=iso&tlng=es
40. Cai Q, Chen F, Wang T, Luo F, Liu X, Wu Q, et al. Obesity and COVID-19 Severity in a Designated Hospital in Shenzhen, China. *Diabetes Care* [Internet]. 1 de julio de 2020;43(7):1392-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32409502/>
41. Yang J, Zheng Y, Gou X, Pu K, Chen Z, Guo Q, et al. Prevalence of comorbidities and its effects in patients infected with SARS-CoV-2: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Infectious Diseases* [Internet]. 1 de mayo de 2020;94:91. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32173574/>
42. Bradley SA, Banach M, Alvarado N, Smokovski I, Bhaskar SMM. Prevalence and impact of diabetes in hospitalized COVID-19 patients: A systematic review and meta-analysis. *J Diabetes* [Internet]. 1 de febrero de 2022;14(2):144-13. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34939735/>
43. Takahashi T, Iwasaki A. Sex differences in immune responses. *Science* (1979) [Internet]. 22 de enero de 2021;371(6527):347-8. Disponible en:
<https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1126/science.abe7199>
44. Jun T, Nirenberg S, Weinberger T, Sharma N, Pujadas E, Cordon-Cardo C, et al. Analysis of sex-specific risk factors and clinical outcomes in COVID-19. *Communications Medicine* [Internet]. 30 de junio de 2021;1(1). Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35602223/>
45. Zhou F, Yu T, Du R, Fan G, Liu Y, Liu Z, et al. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. *Lancet* [Internet]. 28 de marzo de 2020;395(10229):1054. Disponible en:

- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32171076/>
46. Leung C. Risk factors for predicting mortality in elderly patients with COVID-19: A review of clinical data in China. *Mech Ageing Dev* [Internet]. 1 de junio de 2020;188. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32353398/>
 47. Castle SC. Clinical relevance of age-related immune dysfunction. *Clin Infect Dis* [Internet]. 2000;31(2):578-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10987724/>
 48. Gallagher JJ. Síndrome de distrés respiratorio agudo. *Nursing (Brux)* [Internet]. 1 de marzo de 2010;28(3):26-6. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-nursing-20-articulo-sindrome-distres-respiratorio-agudo-S0212538210703630>
 49. Porth CM. *Essentials of Pathophysiology: Concepts of Altered Health States*. 2.^a ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007. 513 p.
 50. Ramírez P, Gordón M, Martín-Cerezuela M, Villarreal E, Sancho E, Padrós M, et al. Acute respiratory distress syndrome due to COVID-19. Clinical and prognostic features from a medical Critical Care Unit in Valencia, Spain. *Med Intensiva* [Internet]. 1 de enero de 2021;45(1):27-34. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32919796/>
 51. Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, Ferguson ND, Caldwell E, Fan E, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition. *JAMA* [Internet]. 13 de junio de 2012;307(23):2526-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22797452/>
 52. Vargas E, Villena M, Castillo G, De Quiroga AM, Contreras G. Fisiología de la adaptación respiratoria a la vida en altura. *Boda de Plata del Instituto Boliviano de Biología de la Altura* [Internet]. 1988. Disponible en: <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/19190>
 53. Coudert J, Paz Zamora M, Vargas E, Ergueta J, Gutiérrez N, Haftel W. Aclimatación de los nativos de grandes alturas (3.650m.) a bajas altitudes (420m.). *Instituto Boliviano de Biología de la Altura* [Internet]. 1974;22(5). Disponible en: <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/16840>
 54. Penaloza D, Arias-Stella J. The heart and pulmonary circulation at high altitudes: healthy highlanders and chronic mountain sickness. *Circulation* [Internet]. marzo de 2007;115(9):1132-14. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17339571/>
 55. Penaloza D. Efectos de la exposición a grandes alturas en la circulación pulmonar. *Rev Esp Cardiol* [Internet]. 1 de diciembre de 2012;65(12):1075-8. Disponible en: <https://www.revvespcardiol.org/es-efectos-exposicion-grandes-alturas-circulacion-articulo-S0300893212004605>
 56. Gassmann M, Mairbäurl H, Livshits L, Seide S, Hackbusch M, Malczyk M, et al. The increase in hemoglobin concentration with altitude varies among human populations. *Ann N Y Acad Sci* [Internet]. 1 de agosto de 2019;1450(1):204-20. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/nyas.14136>

57. León-Velarde F, Gamboa A, Chuquiza JA, Esteba WA, Rivera-Chira M, Monge CC. Hematological parameters in high altitude residents living at 4355, 4660, and 5500 meters above sea level. *High Alt Med Biol.* 2000;1(2):97-7.
58. Stobdan T, Haddad GG. Commentary: Novel Insight into the Genetic Basis of High-Altitude Pulmonary Hypertension in Kyrgyz Highlanders HHS Public Access. *J Lung Health Dis.* 2019;3(2):29-1.
59. West JB. High-Altitude Medicine. <https://doi.org/10.1164/rccm.201207-1323CI> [Internet]. 5 de marzo de 2013;186(12):1229-8. Disponible en: <http://ajrccm.atsjournals.org>
60. León-Velarde F, Maggiorini M, Reeves JT, Aldashev A, Asmus I, Bernardi L, et al. Consensus Statement on Chronic and Subacute High-Altitude Diseases. <https://home.liebertpub.com/ham> [Internet]. 1 de agosto de 2005; 6(2):147-10. Disponible en: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/ham.2005.6.147>
61. González-Pozo G, Santiago A, Lerín M, Iglesias A. Insuficiencia respiratoria aguda. *Medicine* [Internet]. 2018;12(66):3862-9. Disponible en: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.med.2018.10.020>
62. Trial Group S. Hypoxemia in the ICU: prevalence, treatment, and outcome. *SRLF Trial Group Ann Intensive Care* [Internet]. 2018;8:82. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13613-018-0424-4>
63. Real Academia Española. DLE: altitud [Internet]. *Diccionario de la lengua española*. [citado 30 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://dle.rae.es/altitud#0wfrLAK>
64. Bärtsch P, Saltin B, Dvorak J. Consensus statement on playing football at different altitude. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. 2008;18:96-9. Disponible en: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00837.x>
65. González Brabin A, García Teresa MA, García-Salido A. Oxigenoterapia. *Pediatría Integral* [Internet]. 2021;25(1):37-6. Disponible en: https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2021/xxv01/05/n1-037-043_RB_Albgcia.pdf
66. Valero-Ortiz A, Corredor S, Palencia C, Castro N. Utilidad de los índices de oxigenación en pacientes adultos y pediátricos con insuficiencia respiratoria. Revisión narrativa. *Revista Investigación en Salud Universidad de Boyacá* [Internet]. 17 de diciembre de 2020;7(2):173-19. Disponible en: <https://revistasdigitales.uniboyaca.edu.co/index.php/rs/article/view/517>
67. Organización Panamericana de la Salud. Aspectos técnicos y regulatorios sobre el uso de oxímetros de pulso en el monitoreo de pacientes con COVID-19, 7 de agosto del 2020 [Internet]. OPS; 2020. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/52551>

68. Rice TW, Wheeler AP, Bernard GR, Hayden DL, Schoenfeld DA, Ware LB. Comparison of the SpO₂/FIO₂ ratio and the PaO₂/FIO₂ ratio in patients with acute lung injury or ARDS. Chest [Internet]. 2007;132(2):410-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17573487/>
69. Bilan N, Dastranji A, Ghalehgalab BA. Comparison of the SpO₂/FiO₂ Ratio and the PaO₂/FiO₂ Ratio in Patients With Acute Lung Injury or Acute Respiratory Distress Syndrome. J Cardiovasc Thorac Res [Internet]. 29 de marzo de 2015;7(1):28. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25859313/>

ANEXOS

Anexo 1
Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Muestra	Técnica e instrumento
<p>Problema general ¿Cuál es la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en SDRA ocasionado por SARS-CoV-2 en adultos residentes de gran altitud del HNRPP, Huancayo, 2020-2021?</p> <p>Problemas específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 al inicio de ventilación mecánica en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, Huancayo, 2020-2021? • ¿Cuál es la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a las 36 horas del inicio de ventilación mecánica en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, Huancayo, 2020-2021? • ¿Cuál es la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a los 4 días del inicio de ventilación mecánica en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, Huancayo, 2020-2021? • ¿Cuál es la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a los 7 días del inicio de ventilación mecánica en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, Huancayo, 2020-2021. 	<p>Objetivo general Determinar la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en SDRA ocasionado por SARS-CoV-2 en adultos residentes de gran altitud del HNRPP, Huancayo, 2020 – 2021.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 al inicio de ventilación mecánica en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, Huancayo 2020-2021. • Determinar la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a las 36 horas del inicio de ventilación mecánica en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, Huancayo, 2020-2021. • Determinar la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a los 4 días del inicio de ventilación mecánica en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, Huancayo, 2020-2021. • Determinar la correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 a los 7 días del inicio de ventilación mecánica en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, Huancayo, 2020-2021. • Describir las características epidemiológicas de los residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP Huancayo, 2020 – 2021. 	<p>Hipótesis alterna H_0: los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 tienen una correlación positiva y significativa en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, Huancayo, 2020-2021, en 4 momentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al inicio de VM • A las 36 horas de VM • A los 4 días de VM • A los 7 días de VM <p>Hipótesis nula H_1: los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 no tienen una correlación positiva ni significativa en adultos residentes de gran altitud con SDRA por SARS-CoV-2 del HNRPP, Huancayo, 2020-2021, en 4 momentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al inicio de VM • A las 36 horas de VM • A los 4 días de VM • A los 7 días de VM 	<p>Edad</p> <p>Sexo</p> <p>Comorbilidad</p> <p>Índice oxigenatorio PaO_2/FiO_2</p> <p>Índice oxigenatorio SpO_2/FiO_2</p>	<p>Método de investigación Científico inductivo-deductivo</p> <p>Tipo de investigación Observacional analítico retrospectivo</p> <p>Nivel de investigación Relacional-cuantitativo</p> <p>Diseño de investigación Observacional analítico retrospectivo</p>	<p>Población Pacientes mayores de 18 años con diagnóstico de SDRA ocasionado por SARS-CoV-2 en ventilación mecánica (VM) admitidos en la UCI Covid-19 del HNRPP, desde marzo del 2020 hasta diciembre del 2021.</p> <p>Tipo de muestreo No probabilístico</p> <p>Tamaño de muestra 380</p>	<p>Técnica Documentación (historias clínicas)</p> <p>Instrumento Ficha de recolección de datos</p>

Anexo 2

Ficha de recolección de datos

Correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en SDRA ocasionado por SARS-CoV-2 en residentes de gran altitud del Hospital Nacional Ramiro Prialé Prialé, Huancayo, 2020 - 2021										
Datos del paciente										
N.º de HC		Sexo	Masculino <input type="radio"/>	Femenino <input type="radio"/>	Edad					
Altitud del lugar de residencia	< 3000 m s. n. m. <input type="radio"/>	\geq 3000 m s. n. m. <input type="radio"/>	Supervivencia	Vivo <input type="radio"/>	Fallecido <input type="radio"/>					
Prueba usada para diagnosticar covid-19	Sérica <input type="radio"/>	Antigénica <input type="radio"/>	Molecular <input type="radio"/>	Radiológica <input type="radio"/>						
Comorbilidades	IC <input type="radio"/>	ERCT <input type="radio"/>	HTA <input type="radio"/>	DM-2 <input type="radio"/>	AR <input type="radio"/>					
	Obesidad <input type="radio"/>	Asma <input type="radio"/>	Gota <input type="radio"/>	Poliglobulia <input type="radio"/>	Otras: <input type="radio"/>					
Función respiratoria					Función hemodinámica					
	Al inicio de VM	A las 36 h de VM	A los 4 días de VM	A los 7 días de VM		Al inicio de VM	A las 36 h de VM	A los 4 días de VM	A los 7 días de VM	
SpO_2					PAS (mmHg)					
PaO_2					PAD (mmHg)					
FiO_2					PAM (mmHg)					
PEEP					Nivel de Hb (g/dl)					
$\frac{SpO_2}{FiO_2}$					¿Se le administró vasoactivos?	Sí <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>			
$\frac{PaO_2}{FiO_2}$					Dosis máxima de vasoactivos (cc/h)					

Anexo 3

Constancia de aprobación del Comité de Ética e Investigación del HNRPP

COD. CIEIRAJ 08-23



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA N° 008-CIEI-GRAJ-ESSALUD-2023

Huancayo, 16 de febrero de 2023

Investigador (a) Principal
Cristian Rene Yaro Medina
Presente. –

Título del Protocolo : "Correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en SDRA ocasionado por SARS-CoV-2 en residentes de gran altitud del Hospital Nacional Ramiro Prialé Prialé, Huancayo 2020 – 2021"

Versión y Fecha del Protocolo: Versión 03, 14 de febrero de 2023

Tipo de Estudio : Observacional

De nuestra consideración:

El Comité Institucional de ética en Investigación ha revisado la solicitud de evaluación de adenda al protocolo de la referencia expresada en su carta de 15 de diciembre de 2022.

Para la aprobación se ha considerado el cumplimiento de las consideraciones éticas para la investigación en salud con seres humanos señaladas en la Resolución Ministerial N°233-2020. En virtud a ello ha **aprobado** el siguiente documento:

- Protocolo de "Correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en SDRA ocasionado por SARS-CoV-2 en residentes de gran altitud del Hospital Nacional Ramiro Prialé Prialé, Huancayo 2020 – 2021", Versión 04, 10 de febrero de 2023.

El periodo de vigencia de la presente aprobación será de (02) meses; desde el 16 de febrero de 2023 al 15 de abril de 2023, debiendo solicitar la renovación con 30 días de anticipación al Comité Institucional de Ética en la Investigación.

Asimismo, mencionar que cualquier enmienda en los objetivos secundarios, metodología y aspectos éticos debe ser solicitada a este CIEI.

Sírvase hacernos llegar los **informes de avance del estudio en forma digital semestralmente** al correo electrónico ciei.redjunin@gmail.com a partir la presente aprobación y el informe final una vez concluido el estudio.

C.c. Unidad de Capacitación, Investigación y Docencia
JFQP/ascp
NIT : 1302-2023-600

www.essalud.gob.pe

Av. Independencia 296
El Tambo Huancayo
Junín Perú
T.: (054) 248366


Dr. FRANCK LUISPE PARI
PRESIDENTE
COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN LA INVESTIGACIÓN
RED ASISTENCIAL JUNÍN


Anexo 4

Carta de autorización para la ejecución del proyecto de investigación por parte del HNRPP



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

CARTA N° 17-UCID-GRAJ-ESSALUD-2023

Huancayo, 16 de febrero de 2023

Señor (a)
Cristian Rene Yaro Medina
Investigador(a) Principal
Presente. –

ASUNTO : Autorización para la ejecución de proyecto de investigación
Referencia : Constancia N° 008-CIEI-GRAJ-ESSALUD-2023



Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y en mención al documento de la referencia el Comité Institucional de Ética en la Investigación de la Red Asistencial Junín, aprueba el Proyecto de Investigación, en el cual se ha considerado el cumplimiento de pautas éticas en investigación, incluyendo el balance beneficio/riesgo, confidencialidad de los datos y otros.

En ese sentido, la Unidad de Capacitación, Investigación y Docencia de la Red Asistencial Junín **AUTORIZA LA EJECUCIÓN** de la investigación titulada "Correlación entre los índices SpO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en SDRA ocasionado por SARS-CoV-2 en residentes de gran altitud del Hospital Nacional Ramiro Priale Priale, Huancayo 2020 – 2021".

Es preciso señalar, que el periodo de vigencia de la presente autorización será de **02 meses; desde el 16 de febrero de 2023 hasta el 15 de abril de 2023** debiendo solicitar la renovación de ejecución al Comité de Ética en Investigación, si transcurrido el tiempo de autorización señalada líneas arriba no se culminó con la investigación.

Sin otro particular, me despido de usted.

Atentamente.


Econ. KATJUSKA ROCIO POMA HUALUYA
JEFE (a) UNIDAD DE CAPACITACIÓN
INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA
RED ASISTENCIAL JUNÍN


KPH
NIT*: 1302-2023-600
Folios: ()

www.essalud.gob.pe | Av. Independencia 296
El Tambo Huancayo
Junín Perú
T: (064) 248366



Anexo 5

Nota de permiso para acceder a las Historias Clínicas del HNRPP



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

NOTA N° 76 UCID-GRAJ-ESSALUD-2023

Huancayo, 16 de febrero de 2023

Dra. Elizabeth Araujo Sánchez

Jefa de la Oficina de Admisión, Registros Médicos, Referencias y Contrareferencias
Hospital Nacional Ramiro Prialé Prialé

Red Asistencial Junín

Presente. -

Asunto: PERMISO PARA ACCESO A HISTORIAS CLÍNICAS

Referencia: a. CARTA N°17 -UCID-GRAJ-ESSALUD-2023
b. CONSTANCIA N° 008-CIEI-GRAJ-ESSALUD-2023

Es grato dirigirme a usted para saludarla cordialmente y en mención a los documentos de la referencia, este despacho y el Comité Institucional de Ética en la Investigación de la Red Asistencial Junín aprueban el proyecto de Investigación titulado **"Correlación entre los índices SpO_2/FIO_2 y PaO_2/FIO_2 en SDRA ocasionado por SARS-CoV-2 en residentes de gran altitud del Hospital Nacional Ramiro Prialé Prialé, Huancayo 2020 – 2021"**, realizado por Cristian Rene Yaro Medina investigador principal.

Al respecto, con la finalidad de que el investigador continúe con la investigación ante señalada, se solicita brindar las facilidades necesarias para el acceso a Historias Clínicas.

Sin otro particular, reitero las muestras de mi consideración y estima personal.

Atentamente.


Econ. KATJUSKA ROCIO POMA HUAYLA
JEFE (a) UNIDAD DE CAPACITACIÓN
INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA
RED ASISTENCIAL JUNÍN




KPH
NIT : 1302-2023-600
Folios ()

www.essalud.gob.pe

Av. Independencia 296
El Tambo Huancayo
Junín Perú
T: (061) 248366



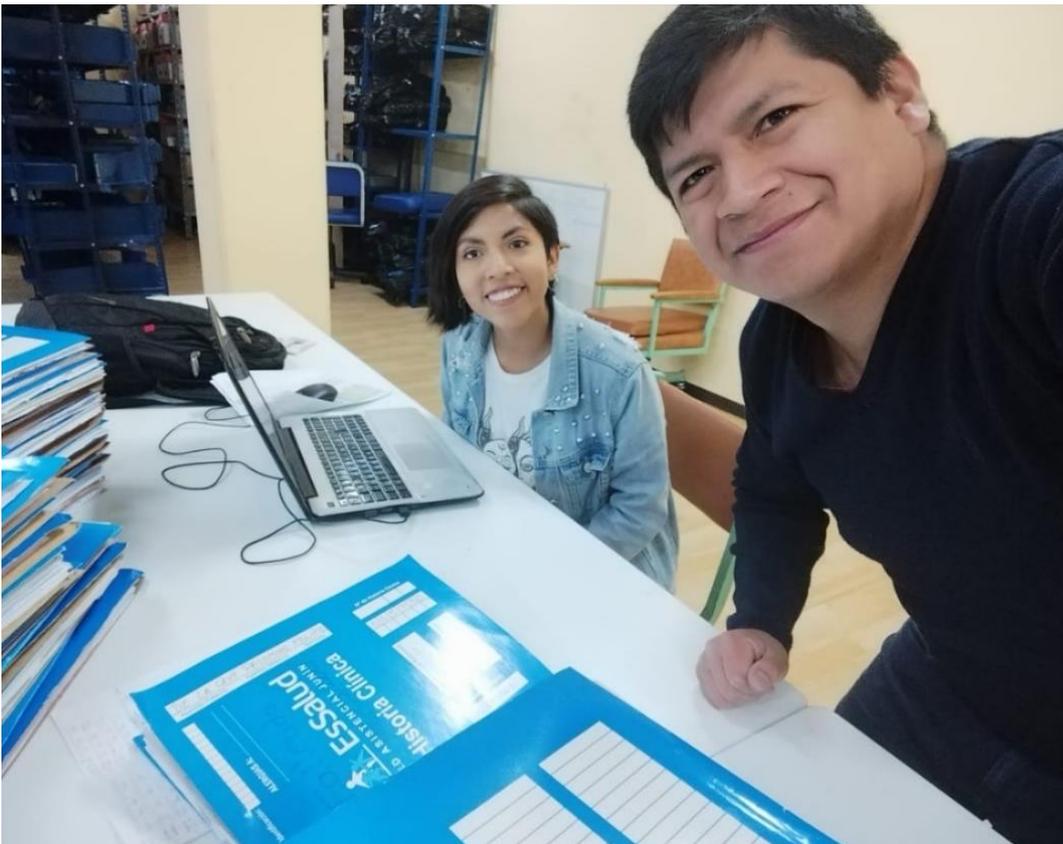
Anexo 6

Recolección de datos, Unidad de Registro de Historias Clínicas – HNRPP



Anexo 7

Procesamiento de datos, Unidad de Registro de Historias Clínicas – HNRPP



Anexo 8

Lista de abreviaturas

AR:	artritis reumatoide
AUC ROC:	<i>area under curve ROC</i> (área bajo la curva ROC)
CID:	coagulación intradiseminada
CK:	creatininasa
CML:	células musculares lisas
CO-RADS:	<i>covid-19 reporting and data system</i>
COVID-19:	<i>coronavirus disease 2019</i> (enfermedad por coronavirus de 2019)
DM-2:	diabetes mellitus tipo 2
ECA-2:	enzima convertidora de angiotensina 2
ERCT:	enfermedad renal crónica terminal
ERGIC:	<i>endoplasmic reticulum-Golgi intermediate compartment</i> (Compartimento intermedio retículo endoplasmático-Golgi)
Hb:	hemoglobina
HNRPP:	Hospital Nacional Ramiro Prialé Prialé
HTA:	hipertensión arterial
HTP:	hipertensión pulmonar
HVD:	hipertrofia del ventrículo derecho
IC:	insuficiencia cardiaca
IC:	intervalo de confianza
IgG:	inmunoglobulina G
IgM:	inmunoglobulina M
LDH:	lactato deshidrogenasa
LR:	<i>likelihood ratio</i> (índice de probabilidad)
m.s.n.m.:	metros sobre el nivel del mar
ORF:	<i>open reading frame</i> (marco de lectura abierta)
PAD:	presión arterial diastólica
PAF:	<i>platelet activating factor</i> (factor activador de plaquetas)
PAM:	presión arterial media
PaO ₂ /FiO ₂ :	presión parcial arterial de oxígeno entre fracción inspirada de oxígeno
PAP:	presión arterial pulmonar
PAS:	presión arterial sistólica
PCR:	proteína C reactiva
PEEP:	presión positiva al final de la espiración

RBD: *receptor Binding Domain* (dominio de unión al receptor)
ROC: receiver operating characteristic
RT-PCR: reacción en cadena de polimerasa en tiempo real
RVP: resistencia vascular periférica
SAPS: *simplified acute physiology score II* (Escala Fisiológica Aguda Simplificada II)
SARS-CoV-2: *severe acute respiratory syndrome coronavirus 2* (coronavirus de tipo 2 causante del síndrome respiratorio agudo severo)
SDRA: síndrome de dificultad respiratoria aguda
SpO₂/FiO₂: saturación de pulso de oxígeno entre fracción inspirada de oxígeno
TC: tomografía computarizada
TMPRSS2: serin-proteasa transmembrana tipo 2
TNF- α : factor de necrosis tumoral-alfa.
UCI: unidad de cuidados intensivos
V/Q: ventilación/perfusión
VM: ventilación mecánica