



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD
HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO. 2

**“DESEMPEÑO DEL CÁLCULO DEL ÍNDICE PaO_2/FiO_2
USANDO LA ECUACIÓN DE SEVERINGHAUS-ELLIS
COMO ALTERNATIVA NO INVASIVA EN PACIENTES
INTUBADOS POR COVID-19 DEL IMSS OOAD
AGUASCALIENTES DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA
NO. 2”**

TESIS PRESENTADA POR
SANDRA ROMERO ALVARADO

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN
URGENCIAS MÉDICO QUIRÚRGICAS

ASESOR:

DR. FLAVIO CUÉLLAR ROQUE

AGUASCALIENTES, AGUASCALIENTES, A MAYO DE 2023.



CARTA DE ARPOBACION DE TRABAJO DE TESIS

AGUASCALIENTES, AGS, A 29. DE JUNIO DE 2023

DR. SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

PRESENTE

Por medio de la presente le informo que la Residente de la Especialidad de Urgencias Médico-Quirúrgicas del Hospital General de Zona No. 2 del Instituto Mexicano del Seguro Social de la Delegación Aguascalientes.

DRA. SANDRA ROMERO ALVARADO

Ha concluido satisfactoriamente con el trabajo de titulación denominado:

“DESEMPEÑO DEL CÁLCULO DEL ÍNDICE PaO₂/FiO₂ USANDO LA ECUACIÓN DE SEVERINGHAUS-ELLIS COMO ALTERNATIVA NO INVASIVA EN PACIENTES INTUBADOS POR COVID-19 DEL IMSS OOAD AGUASCALIENTES DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO. 2”

Número de Registro: **R-2023-101-017** del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 101.

Elaborado de acuerdo con la opción de titulación: **TESIS.**

La **Dra. Sandra Romero Alvarado** asistió a las asesorías correspondientes y realizó las actividades apegadas al plan de trabajo, cumpliendo con la normatividad de investigación vigente en el Instituto Mexicano del Seguro Social.

Sin otro particular, agradezco a usted su atención, enviándole un cordial saludo.

ATENTAMENTE:

Carlos A. Prado A.

DR. CARLOS ALBERTO PRADO AGUILAR
COORDINADOR AUXILIAR MÉDICO DE INVESTIGACIÓN EN SALUD



CARTA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TESIS

AGUASCALIENTES, AGS, A 29 DE JUNIO DE 2023

**COMITÉ DE INVESTIGACIÓN Y ÉTICA EN INVESTIGACIÓN EN SALUD 101
HOSPITAL GENERAL DE ZONA No.2, AGUASCALIENTES**

**DR. CARLOS ALBERTO PRADO AGUILAR
COORDINADOR AUXILIAR MÉDICO DE INVESTIGACIÓN EN SALUD
P R E S E N T E**

Por medio de la presente le informo que la Residente de la Especialidad de Urgencias Médico-Quirúrgicas del Hospital General de Zona No.2 del Instituto Mexicano del Seguro Social de la Delegación Aguascalientes.

DRA. SANDRA ROMERO ALVARADO

Ha concluido satisfactoriamente con el trabajo de titulación denominado:

"DESEMPEÑO DEL CÁLCULO DEL ÍNDICE PaO₂/FIO₂ USANDO LA ECUACIÓN DE SEVERINGHAUS-ELLIS COMO ALTERNATIVA NO INVASIVA EN PACIENTES INTUBADOS POR COVID-19 DEL IMSS OOAD AGUASCALIENTES DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO. 2"

Número de Registro: **R-2023-101-017** del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 101.

Elaborado de acuerdo con la opción de titulación: **TESIS**.

La **Dra. Sandra Romero Alvarado** asistió a las asesorías correspondientes y realizó las actividades apegadas al plan de trabajo, por lo que no tengo inconvenientes para que se proceda a la impresión definitiva ante el comité que usted preside, para que sean realizados los tramite correspondientes a su especialidad, Sin otro particular, agradezco la atención que sirva a la presente, quedando a sus órdenes para cualquiera aclaración.

**ATENTAMENTE:
Dr. Flavio Cuéllar Roque
DIRECTOR DE TESIS**



DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN DE GRADO - ESPECIALIDADES MÉDICAS



Fecha de dictaminación dd/mm/aa: 30/06/23

NOMBRE: ROMERO ALVARADO SANDRA **ID** 288605

ESPECIALIDAD: URGENCIAS MÉDICO QUIRÚRGICAS **LGAC (del posgrado):** ATENCIÓN INICIAL EN URGENCIAS MÉDICAS Y PROCEDIMIENTOS CLÍNICOS

TIPO DE TRABAJO: Tesis Trabajo práctico

TÍTULO: DESEMPEÑO DEL CÁLCULO DEL ÍNDICE PaO2/FIO2 USANDO LA ECUACIÓN DE SEVERINGHAUS-ELLIS COMO ALTERNATIVA NO INVASIVA EN PACIENTES INTUBADOS POR COVID-19 DEL IMSS OOAD AGUASCALIENTES DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO. 2

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN RESPIRATORIA EN PACIENTES CRÍTICOS A TRAVÉS DE UNA HERRAMIENTA CLÍNICA

INDICAR SI/NO SEGÚN CORRESPONDA:

Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:

- SI El trabajo es congruente con las LGAC de la especialidad médica
- SI La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
- SI Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
- SI Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
- SI Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
- SI El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
- SI Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
- NO Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
- SI Cumpe con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)

El egresado cumple con lo siguiente:

- SI Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
- SI Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, etc)
- SI Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
- SI Cuenta con la aprobación del (la) Jefe de Enseñanza y/o Hospital
- SI Coincide con el título y objetivo registrado
- SI Tiene el CVU del Conacyt actualizado
- NA Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado

SI X

No _____

FIRMAS

Revisó:

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO:

MCB.E SILVIA PATRICIA GONZÁLEZ FLORES

Autorizó:

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO:

DR. SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ

Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado

En cumplimiento con el Art. 105C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: ... Cuidar la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 105F las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.

DICTAMEN DE APROBADO CLIES 101 METODOLOGÍA Y ÉTICA



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud **101**.
H GRAL ZONA NUM 1

Registro COFEPRIS **17 CI 01 001 038**

Registro CONBIOÉTICA **CONBIOETICA 01 CEI 001 2018082**

FECHA **Jueves, 20 de abril de 2023**

Dr. Flavio Cuéllar Roque

P R E S E N T E

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **DESEMPEÑO DEL CÁLCULO DEL ÍNDICE PaO2/FiO2 USANDO LA ECUACIÓN DE SEVERINGHAUS-ELLIS COMO ALTERNATIVA NO INVASIVA EN PACIENTES INTUBADOS POR COVID-19 DEL IMSS OOAD AGUASCALIENTES DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO. 2** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional
R-2023-101-017

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

M.E. CARLOS ARMANDO SANCHEZ NAVARRO
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 101

Imprimir

IMSS
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

AGRADECIMIENTOS

Primeramente quiero agradecer a todos los pacientes que desafortunadamente se infectaron por COVID 19, ya que por ellos se logró este estudio, un año difícil en cuestión física, mental y emocional, lamentablemente ver a los seres queridos de otras personas perder su último aliento y ver a todas ellas que lo lograron y sobrevivieron.

A mi sede, mi Hospital General de Zona No2 Aguascalientes IMSS y a algunos de mis profesores de los que realmente aprendí, quienes me escuchaban, me apoyaban e impulsaban a ser mejor, gracias por permitirme ser parte de esta familia, darme experiencia, anécdotas y por brindarme guía en la obtención de mis conocimientos, habilidades y un poco más de carácter para esta lucha llamada vida.

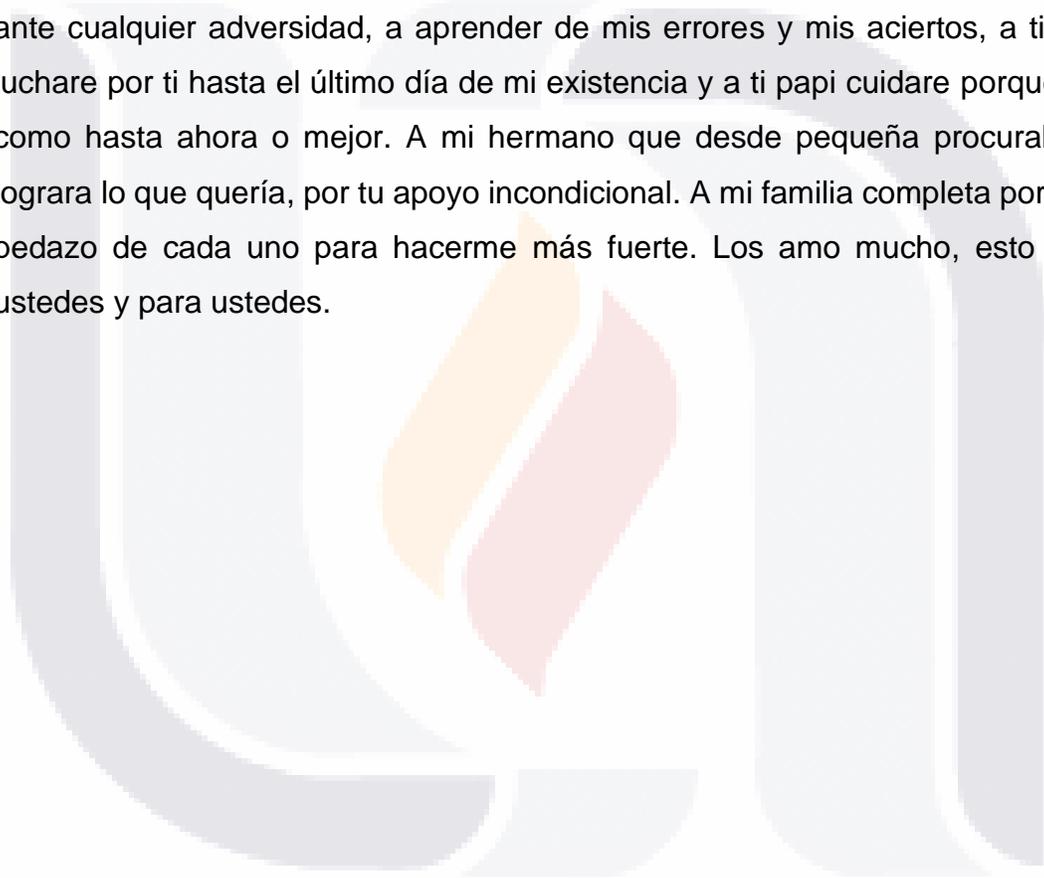
Agradezco a mis únicos 3 amigos de la residencia, por compartir en cada paso risas, estrés, aventuras profesionales y personales, son ahora parte de mi familia, jamás los olvidare, sé que llegaremos muy lejos juntos o cada uno en su camino, no es necesario mencionar nombres porque lo saben.

Como especial agradecimiento al Dr. Flavio Cuellar Roque por impulsarme en este proyecto innovador, quien tiene una visión impresionante, de quien uno puede aprender mucho, a tener otra visión de la medicina y sus avances, por tener paciencia y dedicación, siendo un pilar importante para mis conocimientos, por ser un buen profesor, adscrito, tutor y un amigo.

A todos Gracias.

DEDICATORIAS

Este trabajo quiero dedicarlo a las personas más importantes de mi vida, quienes son mi ejemplo desde que yo era pequeña, ellos que lo dieron todo por mi desde mi primer respiro hasta el día de hoy, mis padres: Martha Guadalupe Alvarado Alvarado y Aaron Pedro Romero Cárdenas; ustedes que me han apoyado en todos mi sueños y propósitos, a luchar por lo que quiero, quienes me han visto cumplir cada una de mis metas, quienes me han enseñado a ser persistente y resistente ante cualquier adversidad, a aprender de mis errores y mis aciertos, a ti mami; luchare por ti hasta el último día de mi existencia y a ti papi cuidare porque sigas como hasta ahora o mejor. A mi hermano que desde pequeña procuraba que lograra lo que quería, por tu apoyo incondicional. A mi familia completa por dar un pedazo de cada uno para hacerme más fuerte. Los amo mucho, esto es por ustedes y para ustedes.



ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----------|
| 1.INTRODUCCIÓN | 13 |
| 2.MARCO TEÓRICO | 14 |
| 2.1. PAO ₂ | 14 |
| 2.2. FIO ₂ | 14 |
| 2.3. ÍNDICE PAO ₂ /FIO ₂ : | 14 |
| 2.4. FUNCIÓN DEL ÍNDICE PAO ₂ /FIO ₂ PARA IDENTIFICAR INSUFICIENCIA RESPIRATORIA: | 14 |
| 2.5. APLICACIONES DEL ÍNDICE PAO ₂ /FIO ₂ | 14 |
| 2.6. EPIDEMIOLOGÍA DE COVID-19 GRAVE EN MÉXICO: | 16 |
| 2.7. EPIDEMIOLOGÍA DE COVID-19 GRAVE EN AGUASCALIENTES | 16 |
| 2.8. FISIOPATOLOGÍA DEL PACIENTE GRAVE POR COVID-19: | 17 |
| 2.9. IMPORTANCIA DE LA PAO ₂ /FIO ₂ EN LA COVID-19: | 18 |
| 2.10. FORMAS NO INVASIVAS DE CALCULAR LA PAO ₂ /FIO ₂ : | 18 |
| 2.11. FÓRMULA DE SEVERINGHAUS – ELLIS: | 19 |
| 2.12. ANTECEDENTES CIENTÍFICOS: | 21 |
| 3.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 24 |
| 3.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN | 25 |
| 4. JUSTIFICACIÓN | 26 |
| 5. OBJETIVOS | 28 |
| 5.1. OBJETIVO PRINCIPAL | 28 |
| 5.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS | 28 |
| 6. HIPÓTESIS | 29 |
| 6.1. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN | 29 |
| 6.2. HIPÓTESIS NULA | 29 |
| 6.3. HIPÓTESIS SECUNDARIAS | 29 |
| 7. MATERIAL Y MÉTODOS | 30 |
| 7.1. DISEÑO Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO: | 30 |
| 7.2. UNIVERSO DE TRABAJO: | 30 |
| 7.3. MEDICIÓN DE OXIMETRÍA DE PULSO: | 30 |
| 7.3.1. LOGÍSTICA DE LA MEDICIÓN DE LA OXIMETRÍA DE PULSO DURANTE LOS MESES DE SEPTIEMBRE – OCTUBRE DEL 2020. | 31 |
| 7.4. MEDICIÓN DE GASES ARTERIALES: | 31 |
| 7.5. MEDICIÓN DE LA FIO ₂ : | 32 |
| 7.6. CRITERIOS DE SELECCIÓN | 32 |
| 7.6.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN | 32 |
| 7.6.2. CRITERIOS DE NO INCLUSIÓN | 32 |
| 7.7. NO INCLUSIÓN DE MUESTRAS CON DIFERENCIAS ATÍPICAS | 32 |
| 7.8. TAMAÑO DE MUESTRA Y MUESTREO | 33 |
| 7.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 33 |

| | |
|---|-----------|
| 7.9.1. CORRELACIÓN Y CONSISTENCIA ENTRE EL SPO ₂ MEDIDO POR OXIMETRÍA Y EL SAO ₂ MEDIDO POR GASOMETRÍA: | 33 |
| 7.9.2. CORRELACIÓN Y CONSISTENCIA ENTRE EL PAO ₂ CALCULADO CON LA ECUACIÓN DE SEVERINGHAUS-ELLIS Y EL PAO ₂ MEDIDO POR GASOMETRÍA: | 34 |
| 7.9.3. CORRELACIÓN Y CONSISTENCIA ENTRE LA PAO ₂ /FIO ₂ GASOMÉTRICA Y LA PAO ₂ /FIO ₂ CALCULADA | 34 |
| 7.9.4. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA PAO ₂ / FIO ₂ CALCULADO CON LA ECUACIÓN DE SEVERINGHAUS-ELLIS Y EL PAO ₂ / FIO ₂ MEDIDO POR GASOMETRÍA: | 34 |
| 7.10. PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN: | 34 |
| 7.11. CONTROL DE CALIDAD DE LA INFORMACIÓN | 35 |
| 7.12. LOGÍSTICA: | 35 |
| 7.13. CONSIDERACIONES ÉTICAS | 36 |
| 7.14. RECURSOS E INFRAESTRUCTURA | 37 |
| 7.14.1. RECURSOS MATERIALES: | 37 |
| 7.14.2. RECURSOS HUMANOS | 37 |
| 7.14.3. RECURSOS FINANCIEROS | 38 |
| 7.14.4. FACTIBILIDAD | 38 |
| 7.15. ASPECTOS DE BIOSEGURIDAD | 38 |
| 7.16. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES | 39 |
| 8. RESULTADOS | 40 |
| 8.1. CORRELACIÓN Y CONSISTENCIA ENTRE SPO ₂ MEDIDO POR OXIMETRÍA Y EL SAO ₂ MEDIDO POR GASOMETRÍA | 41 |
| 8.2. CORRELACIÓN Y CONSISTENCIA ENTRE EL PAO ₂ MEDIDA POR GASOMETRÍA Y LA PAO ₂ CALCULADA MEDIANTE LA FÓRMULA DE SEVERINGHAUS-ELLIS | 43 |
| 8.3. CORRELACIÓN Y CONSISTENCIA ENTRE LA PAO ₂ /FIO ₂ GASOMÉTRICA Y LA PAO ₂ /FIO ₂ CALCULADA | 44 |
| 8.4. DESEMPEÑO DE LA PAO ₂ /FIO ₂ CALCULADA A PARTIR DE LA PAO ₂ OBTENIDA DE LA FÓRMULA DE SEVERINHAUS – ELLIS. | 47 |
| 9. DISCUSIÓN | 49 |
| 10. CONCLUSIONES | 50 |
| 11. GLOSARIO | 51 |
| 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA | 52 |
| 13. ANEXOS | 55 |
| 13.1. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES: | 55 |
| 13.2. HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | 56 |
| 13.3. MANUAL OPERACIONAL PARA APLICAR UNA HOJA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN | 57 |
| 13.4. CARTA DE DISPENSA PARA NO UTILIZACIÓN DE FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO | 59 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA 1. ESCALA DE PROGRESIÓN CLÍNICA DE LA OMS | 18 |
| TABLA 2. RECURSOS MATERIALES | 37 |
| TABLA 3. ANÁLISIS UNIVARIADO DONDE SE MUESTRA LAS DISTRIBUCIONES OBTENIDAS POR GASOMETRÍA Y CALCULADAS POR LA ECUACIÓN SEVERINGHAUS- ELLIS | 40 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|---|----|
| FORMULA 1 ECUACIÓN DE SEVERINGHAUS | 19 |
| FORMULA 2. ECUACIÓN SEVERINGHAUS-ELLIS PARA EL CÁLCULO DE PAO_2 / FIO_2 | 20 |
| FORMULA 3. ECUACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE Z. | 32 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|-----------------------------------|----|
| FIGURA 1. GRAFICA DE BLAND ALTMAN | 31 |
|-----------------------------------|----|

ÍNDICE DE GRÁFICAS

| | |
|--|----|
| GRÁFICA 1. PROPORCIÓN DE EDAD DE LA MUESTRA. | 40 |
| GRÁFICA 2. DISPERSIÓN ENTRE SAO_2 Y SPO_2 | 41 |
| GRÁFICA 3. DIAGRAMA DE BLAND-ATMAN DE LA DIFERENCIA DE SAO_2 Y SPO_2 | 42 |
| GRÁFICA 4. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN ENTRE LA PAO_2 OBTENIDA POR GASOMETRÍA Y LA PAO_2 CALCULADA POR LA ECUACIÓN SEVERINGHAUS—ELLIS | 43 |
| GRÁFICA 5. DIAGRAMA DE BLAND-ATMAN DE LA DIFERENCIA ENTRE PAO_2 OBTENIDA POR GASOMETRÍA Y CALCULADA | 44 |
| GRÁFICA 6. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN ENTRE PAO_2 / FIO_2 CALCULADA POR GASOMETRÍA Y LA CALCULADA POR LA ECUACIÓN SEVERINGHAUS- ELLIS | 45 |
| GRÁFICA 7 BLAND-ATMAN DE LA DIFERENCIA ENTRE PAO_2 / FIO_2 GASOMÉTRICA Y CALCULADA | 46 |
| GRÁFICA 8. CURVA DE ROC DE PAO_2 / FIO_2 MEDIANTE ECUACIÓN SEVERINGHAUS-ELLIS | 47 |
| GRÁFICA 9. DESEMPEÑO POR PUNTOS DE CORTE | 48 |

RESUMEN

Antecedentes: La PaO_2/FiO_2 medida por gasometría es el estándar de oro para evaluar la efectividad del intercambio de gases en el pulmón. Ayuda a clasificar la gravedad del Síndrome de Distrés Respiratorio Agudo (ARDS) Sin embargo, su cálculo requiere de realizar un procedimiento invasivo y el uso de gasómetro. Es posible que en entornos de recursos limitados no pueda calcularse debido a la inaccesibilidad al diagnóstico de gases en sangre arterial. Sin embargo, existen aproximaciones para el cálculo de la PaO_2/FiO_2 de forma no invasiva a partir de la oximetría de pulso, una de ellas es calculando la PaO_2 con la fórmula de Severinghaus – Ellis, pero no se ha evaluado el desempeño de este método hasta el momento. **Objetivo:** Evaluar el desempeño del cálculo del índice PaO_2/FiO_2 usando la ecuación de Severinghaus-Ellis como alternativa no invasiva en pacientes intubados por COVID-19 del IMSS OOAD Aguascalientes del Hospital General de Zona no. 2. **Material y Métodos:** Se realizó un estudio transversal para evaluar el desempeño de del cálculo de la PaO_2/FiO_2 usando la fórmula de Severinghaus – Ellis a partir de la oximetría de pulso en pacientes intubados por COVID-19 hospitalizados en el HGZ 2 durante septiembre – octubre del 2020. La información se obtuvo de los registros del servicio del expediente clínico, que incluyen hojas de enfermería y los registros gasométricos. Para evaluar el grado de consistencia se calculó la correlación de Pearson, el coeficiente de determinación y para analizar el acuerdo con Bland–Altman, mientras que para la evaluación del desempeño se obtendrá la sensibilidad, especificidad y curva ROC para evaluar el mejor punto de corte. **Resultados:** La población estudiada está compuesta en su mayoría por hombres (67%) con una edad promedio de 57.7 años. En cuanto al desempeño de la ecuación Severinghaus-Ellis, el punto de corte seleccionado es ≤ 136 . Este punto de corte proporciona una sensibilidad de 86.90% y una especificidad de 85.10%. El índice de Youden para este punto de corte es de 0.72. **Conclusiones:** Este estudio demostró que la ecuación de Severinghaus-Ellis puede ser utilizada como una alternativa no invasiva para calcular la PaO_2 en pacientes intubados por COVID-19.

Palabras clave: COVID-19, PaO_2/FiO_2 , Índice de Pa/Fi , Ecuación de Severinghaus-Ellis, Oximetría de pulso, Gasometría arterial

ABSTRACT

Background: The PaO₂/FiO₂ ratio measured by arterial blood gas analysis is the gold standard for evaluating the effectiveness of gas exchange in the lungs. It helps classify the severity of Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS). However, its calculation requires performing an invasive procedure and the use of a blood gas analyzer. In resource-limited settings, it may not be calculable due to inaccessibility to arterial blood gas diagnosis. However, there are approximations for the non-invasive calculation of the PaO₂/FiO₂ ratio from pulse oximetry, one of them is calculating PaO₂ with the Severinghaus – Ellis formula, but the performance of this method has not been evaluated so far. **Objective:** Evaluate the performance of the PaO₂/FiO₂ index calculation using the Severinghaus-Ellis equation as a non-invasive alternative in intubated COVID-19 patients from the IMSS OOAD Aguascalientes General Hospital Zone no. 2. **Material & Methods:** A cross-sectional study was conducted to evaluate the performance of the PaO₂/FiO₂ ratio calculation using the Severinghaus – Ellis formula from pulse oximetry in intubated COVID-19 patients hospitalized at HGZ 2 during September - October 2020. Information was obtained from the service records of the medical file, which include nursing sheets and gasometric records. Pearson's correlation, the coefficient of determination were calculated to assess the degree of consistency, and the agreement was analyzed with Bland–Altman, while for performance evaluation, sensitivity, specificity, and ROC curve will be obtained to assess the best cut-off point. **Results:** The population studied is mostly composed of men (67%) with an average age of 57.7 years. As for the performance of the Severinhaus-Ellis equation, the selected cut-off point is ≤ 136.6 . This cut-off point provides a sensitivity of 86.90% and a specificity of 85.10%. The Youden index for this cut-off point is 0.720. **Conclusions:** This study showed that the Severinghaus-Ellis equation can be used as a non-invasive alternative to calculate PaO₂ in intubated COVID-19 patients.

Keywords: COVID-19, PaO₂/FiO₂, PaFi Index, Severinghaus-Ellis Equation, Pulse Oximetry, Arterial Blood Gas.

1.INTRODUCCIÓN

La COVID-19, enfermedad causada por el virus SARS-CoV-2, ha tenido implicaciones profundas a nivel mundial y las complicaciones respiratorias representan una preocupación significativa, especialmente para aquellos pacientes que están críticamente enfermos. Entre los parámetros clave para evaluar la función pulmonar y la gravedad de la enfermedad se encuentra la relación entre la presión parcial de oxígeno arterial (PaO_2) y la fracción inspirada de oxígeno (FiO_2), conocida como el índice PaO_2/FiO_2 o índice de $PaFi$. La gasometría arterial es el método estándar de oro para obtener estos datos, pero su naturaleza invasiva y la necesidad de un gasómetro pueden representar limitaciones, especialmente en entornos de recursos limitados donde estos elementos no están disponibles o el procedimiento es difícil de realizar.

En este contexto, se necesitan alternativas viables para evaluar el índice PaO_2/FiO_2 de manera no invasiva. La ecuación de Severinghaus-Ellis, que utiliza la oximetría de pulso para estimar la PaO_2 , es una de estas alternativas. Sin embargo, a pesar de su potencial, aún no se ha evaluado el desempeño de este método en el contexto de la COVID-19.

Este estudio se propone evaluar el desempeño del cálculo del índice PaO_2/FiO_2 utilizando la ecuación de Severinghaus-Ellis como alternativa no invasiva en pacientes intubados por COVID-19 en el IMSS OOAD Aguascalientes del Hospital General de Zona no. 2. A través de este trabajo, buscamos aportar evidencia empírica que pueda contribuir a mejorar la atención médica de pacientes con COVID-19, especialmente en entornos de recursos limitados donde el uso de la gasometría arterial podría no ser factible.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. PaO₂

Aproximadamente, entre el 2% y el 3% del oxígeno (O₂) en la sangre de las arterias se encuentra disuelto, esto ejerce una presión parcial (que es la presión individual de un gas en la mezcla de gases que se encuentran disueltos en sangre) de oxígeno en las arterias conocido como PaO₂. (1,2)

Habitualmente, en el contexto clínico, la PaO₂ suele medirse a través de una gasometría arterial, una prueba diagnóstica invasiva que permite evaluar las presiones parciales de los gases que se encuentran disueltos en la sangre arterial. (3)

2.2. FiO₂

La fracción inspirada de Oxígeno (FiO₂) es el porcentaje de O₂ en la mezcla de gases que inspira un individuo. Ej. El porcentaje de O₂ que inspira un individuo del aire (mezcla de gases) es del 21%. Sin embargo, los ventiladores usados para apoyar con la ventilación mecánica en pacientes con falla respiratoria grave proveen un método para controlar la cantidad de O₂ disponible para la inspiración, introduciendo más O₂ del disponible en el aire ambiente. (2)

2.3. Índice PaO₂/FiO₂:

El índice conformado por la presión parcial de O₂ arterial entre la fracción inspirada de O₂ (PaO₂/FiO₂), siendo una de las medidas más usadas para evaluar la efectividad del intercambio de gases en el pulmón. (4) Este índice, también es conocido como índice Kírby, índice de oxigenación, PAFI o radio P/F. (5)

2.4. Función del índice PaO₂/FiO₂ para identificar insuficiencia respiratoria:

2.5. Aplicaciones del índice PaO₂/FiO₂

El índice PaO₂/FiO₂ (PF) es una medida comúnmente utilizada en la práctica clínica para evaluar la función pulmonar y la oxigenación arterial en pacientes con enfermedades respiratorias. A continuación, se detallan algunas de las aplicaciones clínicas del índice PaO₂/FiO₂: (6)

Diagnóstico y evaluación de la gravedad de la hipoxemia: El índice Kirby se utiliza como una herramienta para evaluar la gravedad de la hipoxemia en pacientes con enfermedades respiratorias agudas y crónicas. Un valor de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ inferior a 300 mmHg indica hipoxemia moderada, mientras que un valor inferior a 200 mmHg indica hipoxemia grave. (6)

Desde la descripción del índice en 1975 por Kirby y colaboradores (6), se ha propuesto como marcador de insuficiencia respiratoria (5). Incluso, debido a la facilidad para realizar estas mediciones y su cálculo, formó parte de los criterios de del síndrome de diestés respiratorio aguda (ASDR por sus siglas en inglés) en 1994 (7), y continuó siéndolo en su actualización de Berlín en el 2012. (8)

El índice permite clasificar el Síndrome de Distrés Respiratorio en tres categorías:

- 1) leve ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300$),
- 2) moderado ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 200$)
- 3) grave ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 100$). (8)

Monitorización y seguimiento de la enfermedad: El índice $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ también se utiliza para monitorizar la evolución de la enfermedad y la respuesta al tratamiento en pacientes con enfermedades respiratorias. Una disminución en el valor del índice $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ puede indicar una progresión de la enfermedad o una mala respuesta al tratamiento. (6)

Guía para el ajuste de la ventilación mecánica: El índice $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ se utiliza para guiar el ajuste de la ventilación mecánica en pacientes críticos con insuficiencia respiratoria aguda. El objetivo es mantener un valor de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ adecuado para asegurar una oxigenación adecuada sin causar lesión pulmonar inducida por la ventilación mecánica. (6)

Evaluación de la eficacia del tratamiento con oxígeno suplementario: El índice $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ también se utiliza para evaluar la eficacia del tratamiento con oxígeno suplementario en pacientes con hipoxemia. Un aumento en el valor del índice $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ indica una mejora en la oxigenación arterial y una respuesta positiva al tratamiento con oxígeno suplementario. (6)

2.6. Epidemiología de COVID-19 Grave en México:

La pandemia de COVID-19 en México comenzó en febrero de 2020, cuando se confirmó el primer caso en la Ciudad de México. Desde entonces, la enfermedad ha afectado a todo el país, aunque con una distribución geográfica y temporal variable. Hasta diciembre del 2022, se han confirmado en México más de 10,2 millones de casos de COVID-19 y más de 288,000 muertes relacionadas con la enfermedad. La tasa de mortalidad por COVID-19 en México es de aproximadamente 231 muertes por cada 100,000 habitantes, una de las más altas del mundo. La pandemia ha tenido un impacto desproporcionado en ciertas poblaciones, incluyendo a las personas mayores, las personas con enfermedades crónicas y las personas de bajos ingresos. El número de casos y muertes ha fluctuado durante la pandemia, con un pico en enero de 2021 y otro en julio de 2021. Aunque las tasas de infección y mortalidad han disminuido desde entonces, la pandemia sigue siendo una preocupación importante en México y en todo el mundo. (9)

2.7. Epidemiología de COVID-19 Grave en Aguascalientes

Aguascalientes es uno de los 32 estados de México y ha sido afectado por la pandemia de COVID-19. Hasta el momento (marzo de 2023), se han reportado en Aguascalientes más de 110,000 casos confirmados y más de 4,500 defunciones relacionadas con COVID-19. (9)

La tasa de incidencia acumulada en el estado ha sido de alrededor de 14,000 casos por cada 100,000 habitantes, lo que se encuentra por encima de la tasa a nivel nacional. La tasa de mortalidad por COVID-19 en Aguascalientes ha sido de alrededor de 500 defunciones por cada millón de habitantes, también por encima de la tasa a nivel nacional. (10)

La mayoría de los casos confirmados en Aguascalientes han sido en personas entre 20 y 59 años, aunque también se han registrado casos en personas mayores de 60 años y menores de 20 años. Los hombres han presentado una mayor tasa de casos confirmados y defunciones que las mujeres. (10)

En el HGZ 2 del IMSS Aguascalientes, durante 2021 se confirmaron 493 casos, de los cuales fallecieron 90, implicando una tasa de letalidad de 18.3%; para el 2022, se confirmaron 338 casos positivos, de los cuales, fallecieron 27 pacientes y arrojando una letalidad del 8%, aunque existe una disminución de casos confirmados y de la letalidad, el COVID-19 sigue representando un reto para la atención de la población derechohabiente a este hospital. (10)

2.8. Fisiopatología del paciente grave por COVID-19:

La infección grave por COVID-19 es causada por el virus SARS-CoV-2 y puede provocar una enfermedad pulmonar aguda, conocida como síndrome respiratorio agudo grave (SARS), que puede progresar a una insuficiencia respiratoria y a la muerte. La fisiopatología de la infección grave por COVID-19 aún no se conoce completamente, pero se cree que implica una respuesta inmunitaria anormal, una inflamación excesiva y un daño pulmonar. (11)

El virus SARS-CoV-2 se une a los receptores ACE2 (enzima convertidora de angiotensina 2) que se encuentran en las células del huésped, especialmente en las células epiteliales del tracto respiratorio superior e inferior. Una vez que el virus entra en las células, utiliza la maquinaria celular del huésped para replicarse y producir nuevas partículas virales. El sistema inmunitario del huésped responde produciendo una respuesta inflamatoria para combatir la infección. (11) (12)

En algunos casos, la respuesta inmunitaria puede ser anormal y producir una respuesta inflamatoria excesiva conocida como tormenta de citoquinas. Esto puede provocar daño pulmonar grave y llevar a la insuficiencia respiratoria. Además, el virus también puede dañar directamente las células del tejido pulmonar, lo que conduce a una pérdida de la función pulmonar. (12)

La infección grave por COVID-19 también puede afectar a otros órganos, además de los pulmones. El virus puede causar inflamación en todo el cuerpo y provocar daño en el corazón, el hígado, los riñones y otros órganos. Además, los pacientes con infección grave por COVID-19 tienen un mayor riesgo de desarrollar coágulos sanguíneos, lo que puede llevar a complicaciones como embolia pulmonar y accidente cerebrovascular. (12)

2.9. Importancia de la PaO₂/FiO₂ en la COVID-19:

Desde el comienzo de la pandemia, se identificó la utilidad de medir el índice PaO₂/FiO₂ para clasificar a los pacientes en gravedad, inicialmente usando los mismos criterios de Berlín para clasificar el ASDR (11). Sin embargo, después de una evaluación de miles de casos con COVID-19, la OMS generó una nueva clasificación que evalúa la progresión clínica de la enfermedad, cambiando los cortes del índice PaO₂/FiO₂ para clasificar la gravedad de la enfermedad (13):

Proporciona una medida en rangos de 0 (no infectado) a 10 (muerto), esta escala puede utilizarse identificar una población en estudio y observar la progresión de los pacientes con COVID-19. Como se puede observar, el valor PaO₂/FiO₂ forma parte de los criterios para clasificar a los pacientes en las categorías de enfermedad grave.

Tabla 1. Escala de Progresión clínica de la OMS

| Estado del paciente | Descriptor | Puntuación |
|--|---|------------|
| No infectado | No infectado; No detecta ARN Viral | 0 |
| Ambulatorio Enfermedad leve | Asintomático: detecta ARN Viral | 1 |
| | Sintomático; independiente | 2 |
| | Sintomático; necesita asistencia | 3 |
| Hospitalizado: enfermedad moderada | Hospitalizado; sin terapia de oxígeno | 4 |
| | Hospitalizado; oxígeno por máscara nasal o cánulas nasales | 5 |
| Hospitalizado: enfermedad grave | Hospitalizado: Oxígeno por ventilación no invasiva o alto flujo | 6 |
| | Intubación y ventilación mecánica, PaO ₂ /FiO ₂ > 150 o SpO ₂ / FiO ₂ > 200 | 7 |
| | Ventilación mecánica PaO ₂ /FiO ₂ <150 (SpO ₂ / FiO ₂ <200) o vasopresores | 8 |
| | Ventilación mecánica con PaO ₂ /FiO ₂ <150 y vasopresores, diálisis o ECMO | 9 |
| Muerte | Muerte | 10 |

Tabla 1. Escala de Progresión clínica de la OMS, con puntuación de 0 (leve) a 10 (muerte). (13)

2.10. Formas no Invasivas de calcular la PaO₂/FiO₂:

Lamentablemente, es posible que no se permita la identificación de los pacientes con ARDS en entornos de recursos limitados debido a la inaccesibilidad al diagnóstico de

gases en sangre arterial (14). Diversos autores han propuesto el uso del índice Saturación periférica de Oxígeno (SpO_2) obtenida de la oximetría de pulso entre el FiO_2 como estimación válida para el PaO_2/FiO_2 (15,16). Sin embargo, estos estudios mostraron correlaciones moderadas (r 0.75) y no evaluaron el desempeño del uso de la SpO_2 como método para clasificar el ARDS.

La estadificación de pacientes con COVID-19 a partir del índice PaO_2/FiO_2 (también conocido como índice de oxigenación arterial alveolar) se utiliza para evaluar la gravedad de la enfermedad y para ayudar a tomar decisiones sobre el tratamiento. El índice PaO_2/FiO_2 es una medida de la capacidad del paciente para oxigenar la sangre y se calcula dividiendo la presión parcial de oxígeno arterial (PAO_2) por la fracción inspirada de oxígeno (FIO_2). Cuanto menor sea el índice, mayor será la gravedad de la enfermedad y más probable será que el paciente necesite soporte respiratorio, como ventilación mecánica. (11)

La clasificación en una de estas categorías puede guiar la elección del tratamiento, ya que los pacientes con COVID-19 en estado grave requieren cuidados intensivos y soporte respiratorio avanzado, mientras que los pacientes con COVID-19 leve pueden ser tratados en casa o en un entorno ambulatorio. (11)

2.11. Fórmula de Severinghaus – Ellis:

En un inicio, Severinghaus propuso una ecuación no lineal para calcular la SpO_2 a partir de la medición de la PaO_2 en 1979 (17)

Formula 1 Ecuación de Severinghaus

$$SpO_2 = \frac{1}{\frac{23400}{PaO_2^3 + (150 \times PaO_2)} + 1}$$

Donde:

SpO_2 = Saturación de oxígeno
 PaO_2 = Presión parcial de oxígeno arterial

Ecuación Severinghaus para calcular la Saturación de oxígeno a partir de la Presión parcial de oxígeno arterial.

Diez años más tarde, Ellis, invirtió la fórmula original para lograr calcular la PaO_2 a partir de la SpO_2 (18) resultando en la siguiente fórmula:

Formula 2. Ecuación Severinghaus-Ellis para el cálculo de PaO_2/FiO_2

$$PaO_2 = (B + A)^{1/3} - (B - A)^{1/3}$$

Donde:

$$A = (11700) \times ((SpO_2)^{-1} - 1)^{-1}$$

$$B = (50^3 + A^2)^{0.5}$$

SpO_2 = Saturación de oxígeno

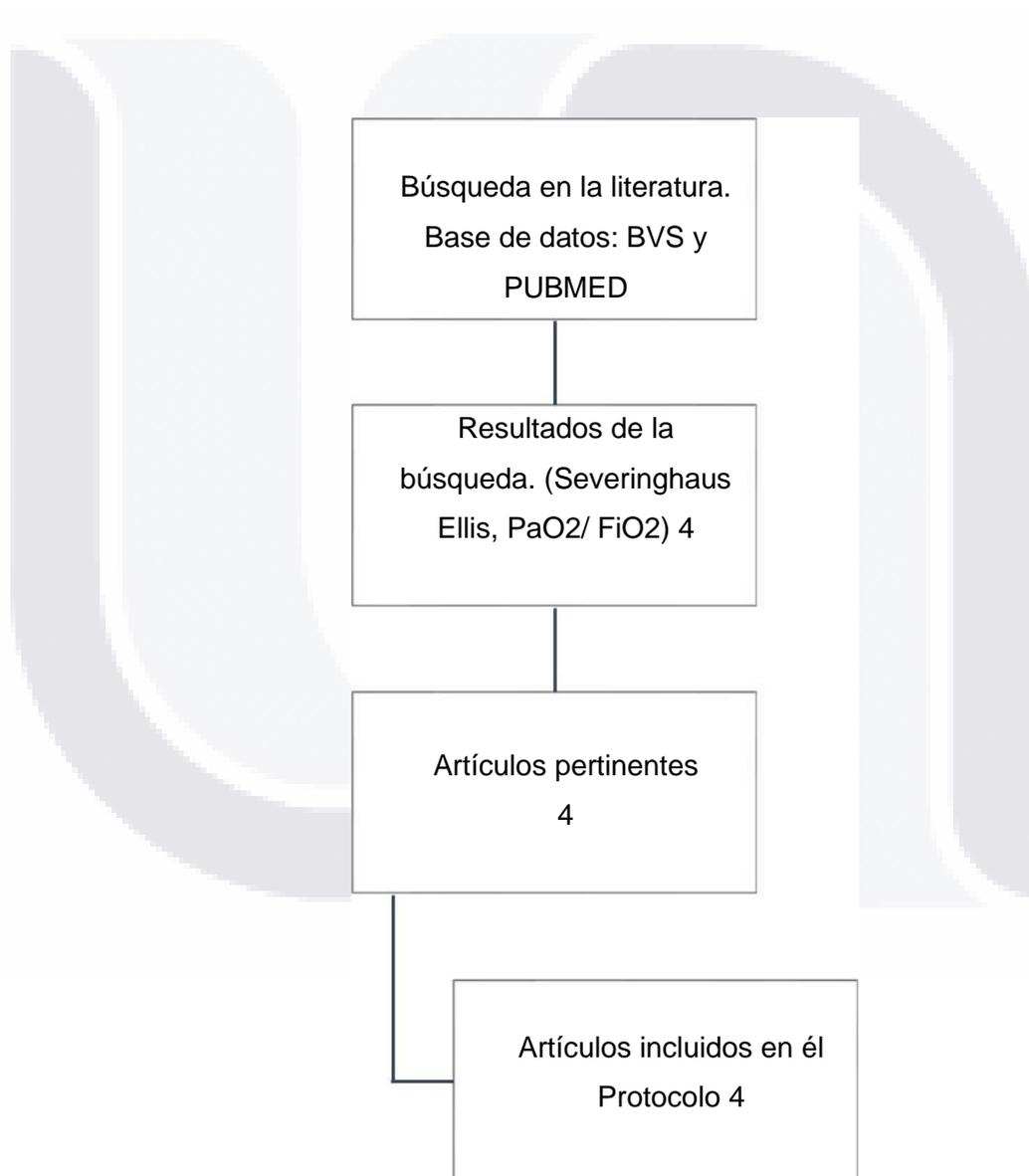
La ecuación de Severinghaus-Ellis es útil en la práctica clínica porque permite estimar el contenido de oxígeno en la sangre a partir de la medición de la presión parcial de oxígeno (PO_2) y la saturación de oxígeno (SpO_2). Esta estimación se puede hacer sin la necesidad de obtener una muestra de sangre arterial, lo cual es invasivo y puede ser doloroso para el paciente. (17)

La estimación del contenido de oxígeno es importante en situaciones en las que se necesita evaluar la oxigenación del paciente, como en casos de enfermedad pulmonar, insuficiencia cardíaca, anemia, choque y otros trastornos que afectan la capacidad del cuerpo para transportar oxígeno. (17)

Además, la ecuación de Severinghaus-Ellis también puede ayudar a evaluar la eficacia del tratamiento con oxígeno. Por ejemplo, si se administra oxígeno a un paciente y se observa un aumento en la PO_2 y en la SpO_2 , pero no en el contenido de oxígeno, esto puede indicar que hay algún problema en el transporte de oxígeno (por ejemplo, anemia) que no se está abordando con la administración de oxígeno. (18)

2.12. Antecedentes Científicos:

Se realizó una Búsqueda en PUBMED tomando en cuenta los siguientes objetos de estudio: 1) Severinghaus- Ellis y 2) PaO₂/FIO₂, obteniendo como resultado solamente cuatro artículos; la búsqueda se realizó de la siguiente manera: (Severinghaus Ellis, PaO₂/FIO₂) dando como resultado cuatro artículos relevantes, definiendo 4 artículos en los antecedentes científicos.



Mastropasqua y colaboradores calcularon la PaO_2/FIO_2 con la fórmula de Severinghaus – Ellis a partir de la SpO_2 obtenida por oximetría transcutánea en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica del servicio de bronconeumología y fisiopatología respiratoria del Hospital Citta di Sesto S. Giovannim de Italia en 1992 con el objetivo de evaluar la consistencia del cálculo con la PaO_2 obtenida por gasometría. Encontraron que no existía diferencia significativa entre la media de PaO_2 calculada con la fórmula y la media obtenida por gasometría, además, el sesgo medio fue de tan solo $-0.47 \text{ mmHg} \pm 2.6 \text{ mmHg}$. Por lo tanto, lograron concluir que la PaO_2 puede calcularse a partir de la SpO_2 obtenida por oximetría transcutánea de manera confiable. (19)

En un intento actual para evaluar la PaO_2 de una forma no invasiva, Gadrey y colaboradores realizaron un estudio retrospectivo en pacientes de cuidados intensivos no intubados del Centro Médico Universitario de Virginia entre el 2013 al 2017. Utilizando el registro de saturación de oxígeno 10 minutos previos a la toma de gasometría arterial, con el objetivo de calcular, mediante la ecuación de Severinghaus- Ellis, el cociente de la presión parcial de oxígeno arterial (PaO_2) /Fracción de oxígeno inspirado (FIO_2) (índice PaO_2/FIO_2), y comparándolo con el índice calculado a partir de los gases arteriales en pacientes con saturación $< 100\%$. Obteniendo un coeficiente de correlación de 0.81. (20)

Shrirang M Gadrey (2023) realizaron un estudio retrospectivo con el objetivo de medir la hipoxemia manifiesta y oculta utilizando la razón estimada no invasiva de la PaO_2 y la FIO_2 (ePFR) en pacientes con COVID-19 ($n = 5,319$) de dos centros académicos (Universidad de Virginia [UVA] y Universidad de Emory). Midieron la ePFR, medidas convencionales de hipoxemia, predictores basales (edad, sexo, raza, comorbilidad) y predictores agudos (puntuación de alerta temprana nacional [NEWS] y evaluación secuencial de fallo orgánico [SOFA]). Concluyó que ePFR fue una medida válida de hipoxemia manifiesta con una razón de probabilidad de deterioro de 1,7-2,7 superando modelos de disfunción multiorgánica. Al tener en cuenta la oximetría sesgada y las respuestas en tiempo real de los médicos a ella (ajuste de oxígeno suplementario) permitiendo medir con precisión la gravedad de la insuficiencia respiratoria hipóxica en pacientes con COVID-19. (21)

Pascual y colaboradores (2021) realizaron un estudio para valorar la efectividad de la PaO₂ en pacientes con COVID-19 con muestras de gasometrías arteriales (n=549) y gasometrías venosas (n=544) de marzo y abril del 2020 comparándolo con dos estudios retrospectivos *In silico* y *mediante técnicas ómicas* en hematíes. Contó con 3 grupos; el primero con pacientes positivos a COVID-19 y dos grupos de control: pacientes con PCR negativas y Pacientes histórico (pacientes negativos dos meses previo a la pandemia de COVID-19). Los valores medidos de la SaO₂ (saturación arterial) y SvO₂ (saturación Venosa), compararon cada uno de los grupos por cálculos mediante ecuaciones como Kelman, Severinghaus, y Siggaard-Andresen estimándolos a partir de la PaO₂ medida, teniendo en cuenta las desviaciones de la curva de saturación de oxígeno. Demostraron un coeficiente de correlación intercalase (CCI) mayor a 0.98 de confiabilidad, dando como resultado que no tuvieron diferencia entre la saturación medida y calculada de estos. Así entonces, la infección activa por SARS-CoV-2 no modifica la relación de PaO₂ y SaO₂. (22)

Lamentablemente, pocos estudios se han realizado y solamente han evaluado la correlación y consistencia con la SpO₂/FiO₂ y la PaO₂/FiO₂ es por ello que en este estudio deseamos valorar el desempeño de la ecuación Severinghaus- Ellis mediante oximetría de pulso sin métodos invasivos.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La medición del índice PaO_2/FiO_2 (relación de la presión arterial de oxígeno arterial a la fracción inspirada de oxígeno) es una herramienta clave en la evaluación de la función respiratoria en pacientes críticos, especialmente aquellos con enfermedad pulmonar y COVID-19. Tradicionalmente, esta medición se ha realizado mediante la toma de muestras de sangre arterial y la medición de la presión parcial de oxígeno (PaO_2) y la fracción inspirada de oxígeno (FiO_2). (18)

En el contexto de la pandemia, la demanda de pruebas de gasometría arterial ha aumentado significativamente, lo que ha generado problemas de disponibilidad y retrasos en la obtención de resultados. Además, el procedimiento requiere de personal entrenado y la utilización de recursos específicos, lo que representa un desafío para los sistemas de salud, especialmente en áreas con recursos limitados. En la actualidad, se ha observado una mayor utilización de la oximetría de pulso (SpO_2) como una medida no invasiva para estimar la saturación de oxígeno arterial (SaO_2) y, por lo tanto, se ha propuesto el uso de ecuaciones matemáticas para estimar la PaO_2 a partir de la SpO_2 y la FiO_2 . (17,23)

La oximetría de pulso es una alternativa no invasiva para estimar el índice PaO_2/FiO_2 , pero la precisión de esta medición depende de factores como la saturación de oxígeno, la temperatura, el pH y la presencia de otros gases en la sangre. La ecuación de Severinghaus-Ellis se ha utilizado para estimar el índice PaO_2/FiO_2 a partir de la oximetría de pulso en pacientes con COVID-19, pero es necesario validar su precisión y compararla con la medición invasiva de gases en sangre arterial. (19)

En el caso específico de pacientes con COVID-19, la medición de la función respiratoria es esencial, ya que la neumonía causada por este virus puede provocar una insuficiencia respiratoria grave y requerir ventilación mecánica. Sin embargo, se ha informado que la relación PaO_2/FiO_2 no es confiable en pacientes con COVID-19, lo que puede dificultar la evaluación de la gravedad de la enfermedad y la toma de decisiones terapéuticas. Por lo tanto, es necesario encontrar otras estrategias para evaluar la función respiratoria en pacientes con COVID-19, incluidas aquellas que utilizan métodos no invasivos y que puedan proporcionar una medición precisa y confiable de la función respiratoria.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Es necesario realizar estudios que evalúen el desempeño de las ecuaciones matemáticas existentes y desarrollar nuevas estrategias para la medición de la función respiratoria en pacientes con COVID-19. Esto puede ayudar a mejorar la atención y el tratamiento de estos pacientes, y puede ser especialmente importante en regiones donde la disponibilidad de recursos médicos es limitada. (19)

Por lo tanto, surge la siguiente pregunta de investigación:

3.1. Pregunta de Investigación

¿El cálculo del índice PaO_2/FiO_2 utilizando la ecuación Severinghaus- Ellis como alternativa no invasiva cuanta con un buen desempeño (AUC) en pacientes intubados por COVID-19 en el IMSS OOAD Aguascalientes del Hospital General de Zona No. 2?

4. JUSTIFICACIÓN

la Secretaría de Salud de México ha reportado un total de 5,428,276 casos confirmados de COVID-19 y 264,845 defunciones relacionadas con la enfermedad desde que inició la pandemia. La mayoría de los casos confirmados se han concentrado en los estados de Ciudad de México, Estado de México, Nuevo León, Jalisco y Guanajuato. (9)

La tasa de incidencia acumulada de COVID-19 en México es de 4,284 casos por cada 100,000 habitantes y la tasa de mortalidad acumulada es de 210 defunciones por cada 100,000 habitantes. La edad promedio de los pacientes que han fallecido por COVID-19 es de 62 años y la mayoría de las personas que han fallecido presentaban comorbilidades como hipertensión arterial, diabetes y obesidad. (10)

La realización del estudio para evaluar el desempeño de la ecuación Severinghaus-Ellis para estimar los valores de PaO_2/FIO_2 a partir de la oximetría de pulso en pacientes con COVID-19 es justificada por varias razones. (17)

En primer lugar, la realización de una gasometría arterial, que es la prueba estándar para medir la PaO_2/FIO_2 , puede ser costosa y requiere de personal especializado y equipo específico para realizarla, lo que puede representar una carga económica para los sistemas de salud. Además, el proceso de obtención y análisis de los resultados de una gasometría puede tomar tiempo y retrasar la toma de decisiones médicas. (3)

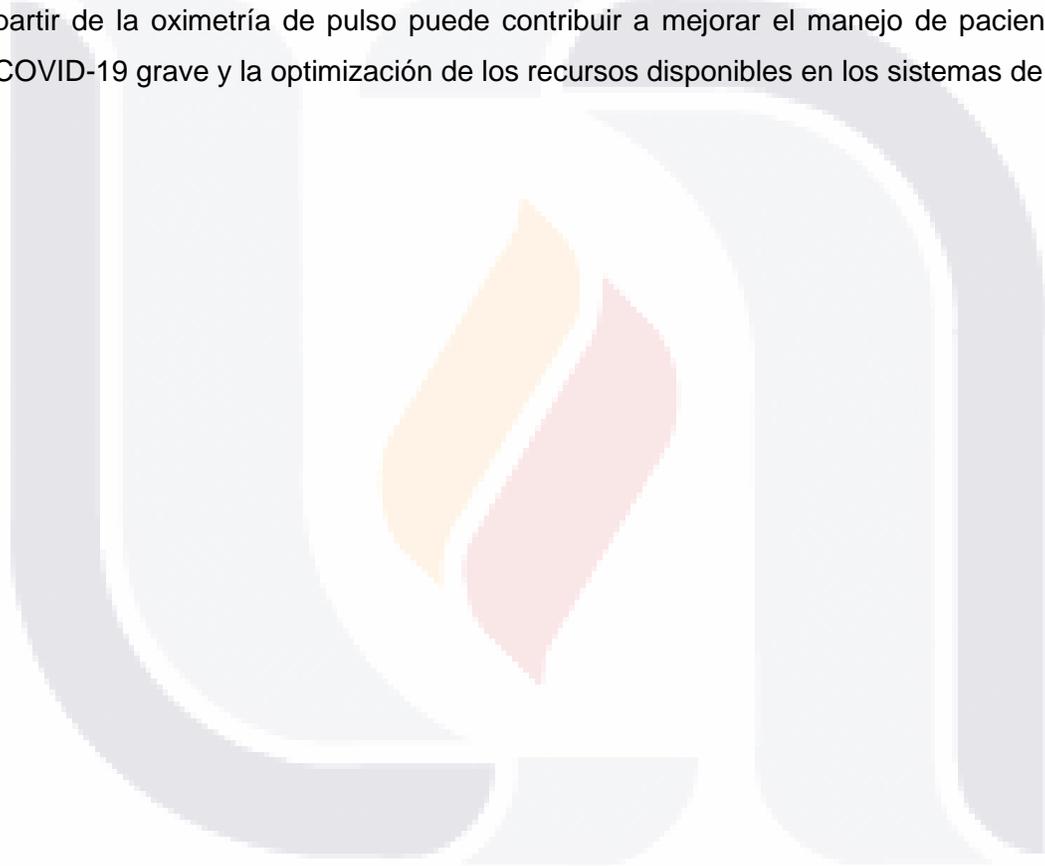
En contraste, la estimación de la PaO_2/FIO_2 a partir de la oximetría de pulso es una alternativa más económica y sencilla, que se puede realizar a pie de cama con un dispositivo disponible en la mayoría de las unidades de atención médica. La utilización de la ecuación Severinghaus-Ellis para estimar la PaO_2/FIO_2 a partir de la oximetría de pulso ha demostrado ser una herramienta útil en el diagnóstico y tratamiento de pacientes críticos. (5)

La optimización de los recursos y procesos en la atención médica de pacientes con COVID-19 grave es crucial durante la pandemia, especialmente en términos de tiempo y recursos. El cálculo de la PaO_2/FIO_2 a partir de la oximetría de pulso mediante la ecuación

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Severinghaus-Ellis podría mejorar la eficiencia en la atención médica de pacientes con COVID-19 grave, permitiendo una toma de decisiones más rápida y precisa en cuanto a la ventilación mecánica y otros tratamientos.

Finalmente, durante la pandemia, se ha presentado una gran demanda de atención médica para pacientes con COVID-19, lo que ha llevado a una escasez de recursos y equipos especializados, incluyendo los necesarios para realizar una gasometría arterial. Por lo tanto, la utilización de la ecuación Severinghaus-Ellis para estimar la PaO_2/FIO_2 a partir de la oximetría de pulso puede contribuir a mejorar el manejo de pacientes con COVID-19 grave y la optimización de los recursos disponibles en los sistemas de salud.



5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo Principal

Evaluar el desempeño del cálculo del índice PaO_2/FiO_2 usando la ecuación de Severinghaus-Ellis como alternativa no invasiva en pacientes intubados por COVID-19 del IMSS OOAD Aguascalientes del Hospital General de Zona no. 2

5.2. Objetivos secundarios

- Evaluar la correlación de la SpO_2 medida por Oximetría de Pulso con la SaO_2 medida por gasometría.
- Evaluar la correlación de la PaO_2 calculada por la ecuación de Severinghaus – Ellis con la PaO_2 medida por gasometría
- Evaluar la correlación de la PaO_2/FiO_2 calculada por la ecuación de Severinghaus – Ellis con la PaO_2/FiO_2 medida por gasometría.

6. HIPÓTESIS

6.1. Hipótesis de investigación

El desempeño del cálculo del índice PaO_2/FiO_2 usando la ecuación Severinghaus- Ellis como alternativa no invasiva cuenta con un buen desempeño (AUC) igual o mayor a 0.7 en pacientes intubados por COVID-19 en el IMSS OOAD Aguascalientes del Hospital General de Zona No. 2

6.2. Hipótesis nula

El desempeño del cálculo del índice PaO_2/FiO_2 usando la ecuación Severinghaus- Ellis como alternativa no invasiva cuenta con un buen desempeño (AUC) menor a 0.7 en pacientes intubados por COVID-19 en el IMSS OOAD Aguascalientes del Hospital General de Zona No. 2

6.3. Hipótesis secundarias

- La SpO_2 medida por Oximetría de Pulso cuenta con una correlación mayor a 0.8 con la SaO_2 medida por gasometría.
- La PaO_2 calculada por la ecuación de Severinghaus – Ellis cuenta con una correlación mayor a 0.8 con la PaO_2 medida por gasometría
- La PaO_2/FiO_2 calculada por la ecuación de Severinghaus – Ellis cuenta con una correlación mayor a 0.8 con la PaO_2/FiO_2 medida por gasometría.

7.MATERIAL Y MÉTODOS

7.1. Diseño y descripción general del estudio:

Se realizó un estudio transversal para evaluar el desempeño de la PaO₂/ FiO₂ calculada a partir de la ecuación de Severinghaus – Ellis a partir de la SpO₂ medida por Oximetría de Pulso comparándola con la PaO₂/ FiO₂ calculada por gasometría a partir de los registros del servicio de atención en COVID del HGZ 2 durante los meses de septiembre y octubre del 2020.

7.2. Universo de trabajo:

Derechohabientes del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) OOAD Aguascalientes intubados por COVID-19 grave en el Hospital General de Zona No. 2 durante los meses de septiembre y octubre del 2020.

7.3. Medición de Oximetría de pulso:

Durante los meses de septiembre y octubre del 2020, en el área de enfermos críticos por COVID-19 del HGZ 2, se contó con los monitores de signos vitales Welch Allyn® Inc. Connex 6000 Series Vital Signs Monitor con sensor Masimo® para la medición del SpO₂.

Philip KEJ y colaboradores, realizaron un estudio con pacientes infectados por SARS Cov 2, con el objetivo de evaluar la concordancia de la medición de SpO₂ del sensor Masimo® comparado con la SaO₂ (saturación reportada por gasometría arterial) encontrando, que presenta un sesgo de tan solo 0.4% ± 2.4%. Confirmando la confiabilidad de su uso en la práctica clínica con pacientes presentan COVID-19. (23)

Figura 1. Gráfica de Bland Altman

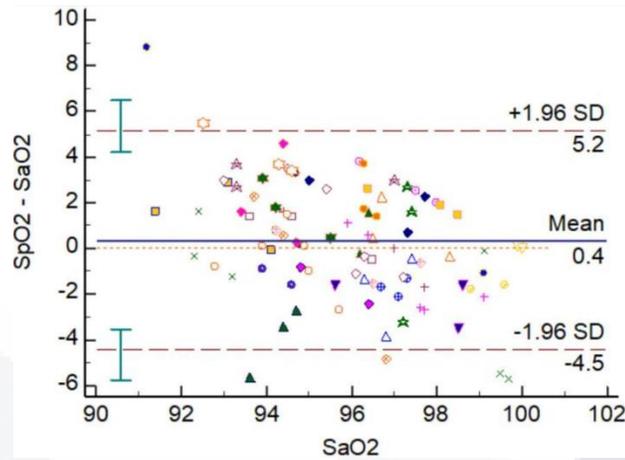


Figura. 1: Gráfica de Bland Altman donde se observa un sesgo medio de 0,4%, con una desviación estándar de 2,4% entre la saturación medida por gasometría y la medida por oximetría de pulso con el monitor Welch Allyn® Inc. Connex 6000 Series Vital Signs Monitor con sensor Masimo®. Los límites del acuerdo entre SpO2 y SaO2 fueron: límite superior del 5,2% (IC del 95%: 6,5% a 4,2%) y límite inferior del -4,3% (IC -3,4% a -5,7%), lo que significa que el 95% de las mediciones se situaron dentro de estos valores. (23)

7.3.1. Logística de la medición de la oximetría de pulso durante los meses de septiembre – octubre del 2020.

La Oximetría de pulso se tomó en los pacientes durante el pase de visita, 5 a 10 minutos antes de toma de muestra para gasometría.

El resultado de la Oximetría de pulso se consignó en el registro de pacientes del servicio y expedientes clínicos correspondiente, ya que la residente de urgencias se encargó de tomar los signos registrados en el expediente previo a los pases de visita durante el periodo de septiembre y octubre del 2020.

7.4. Medición de gases arteriales:

Durante los meses de septiembre y octubre del 2020, en el área de enfermos críticos por COVID-19 del HGZ 2, se contó con el Sistema de Gases en Sangre RAPIDPoint® 500e de SIEMENS, este gasómetro era calibrado de manera semanal por el personal del laboratorio del IMSS.

El médico adscrito encargado de COVID (tutor de tesis) o el residente (tesista) de urgencias son quienes se encargaron previo al pase de visita la toma de muestra de sangre e inmediatamente se procesaba siendo el resultado gasométrico consignado en

el registro de los pacientes del servicio y expedientes clínicos correspondientes durante el periodo de septiembre y octubre del 2020.

7.5. Medición de la FiO₂:

El FiO₂ de los ventiladores se consignó en el registro de pacientes del servicio durante la toma de muestra gasométrica, también se consignó en los expedientes clínicos correspondientes. Tomada de igual manera por la residente de urgencias durante el periodo de septiembre a octubre del 2020.

7.6. Criterios de Selección

7.6.1. Criterios de Inclusión

1. Muestras gasométricas de derechohabientes del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) OOAD Aguascalientes intubados por COVID-19 grave en el Hospital General de Zona No. 2
2. Que la muestra gasométrica contara con la medición de SpO₂ 5 a 10 minutos previo a su toma.

7.6.2. Criterios de no inclusión

1. Que la muestra gasométrica no conto con la medición de SpO₂ previa a su toma.
2. Que la diferencia entre la SaO₂ (saturación reportada en la gasometría) y la SpO₂ (saturación reportada por oximetría) se encuentre con una desviación mayor a 3 desviaciones estándar de la media. (Ver apartado 10.7)

7.7. No inclusión de muestras con diferencias atípicas

Calculamos la diferencia entre la SaO₂ (saturación reportada en la gasometría) y la SpO₂ (saturación reportada por oximetría). Considerando que el comportamiento de la diferencia sigue el teorema del límite central, con una distribución normal. Con lo anterior, se calculó el valor **z** de la diferencia entre la SaO₂ y la SpO₂ a partir de la siguiente fórmula:

$$z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

Formula 3. Ecuación para la obtención de z.

Donde x es la antigua medición y z es la transformación de la medición a una media 0 con desviación estándar de 1 (24).

La obtención de z se interpreta como la situación de la medición con respecto de su media, lo que permitió calcular la probabilidad de un valor superior o inferior a cada uno de los valores. (24)

Por ejemplo, considerando los resultados obtenidos por el estudio de Philip KEJ y colaboradores, donde la diferencia obtenida entre la SaO₂ (saturación reportada por gasometría arterial) y la SpO₂ (saturación obtenida por oximetría de pulso) contó con una media de 0,4 y con una desviación estándar de 2.4 (23) podríamos calcular la probabilidad de que una medición tenga una diferencia Ej. 8 de la siguiente manera:

$$z = \frac{8 - 0.4}{2.4} = 3.16$$

Esto significa, que una diferencia entre la SaO₂ y la SpO₂ de 8, se encuentra a 3.16 desviaciones estándar con respecto de su media, y, usando la tabla de probabilidades para valores z , podemos calcular que la probabilidad de que esto suceda es $\leq 1\%$.

Para este estudio, no incluimos muestras cuya diferencia se encontró con una desviación de más de 3 desviaciones estándar de su media, ya que la probabilidad de que suceda esto es $\leq 1\%$ (25) pudiendo inferir que se trata de un error en la toma de muestra, una muestra mixta o que la muestra es de origen venoso y no arterial.

7.8. Tamaño de Muestra y muestreo

Dado que es un estudio exploratorio, ya que no se ha evaluado el desempeño de esta prueba, se ingresaron a conveniencia todos los datos de las 530 muestras gasométricas consignadas en el registro del servicio entre septiembre y octubre del 2020.

7.9. Análisis Estadístico

7.9.1. Correlación y Consistencia entre el SpO₂ medido por oximetría y el SaO₂ medido por gasometría:

Para evaluar el grado de correlación y consistencia entre el SpO₂ medido por oximetría y el SaO₂ medido por gasometría determinamos la correlación de Pearson, evaluando el coeficiente de determinación y la varianza, analizando el grado de sesgo y lo graficamos con Bland–Altman.

7.9.2. Correlación y Consistencia entre el PaO₂ calculado con la ecuación de Severinghaus-Ellis y el PaO₂ medido por gasometría:

Para evaluar el grado de correlación y consistencia entre el PaO₂ medido por oximetría y el PaO₂ medido por gasometría determinamos la correlación con Spearman, evaluando el coeficiente de determinación y la varianza, analizando el grado de sesgo y lo graficamos con Bland–Altman.

7.9.3. Correlación y Consistencia entre la PaO₂/FiO₂ gasométrica y la PaO₂/FiO₂ calculada

Para evaluar el grado de correlación y consistencia entre el PaO₂/ FiO₂ medido por oximetría y el PaO₂/ FiO₂ medido por gasometría planteamos determinar la correlación Spearman, evaluando el coeficiente de determinación y la varianza, analizando el grado de sesgo y lo graficamos con Bland–Altman.

7.9.4. Evaluación del desempeño de la PaO₂/ FiO₂ calculado con la ecuación de Severinghaus-Ellis y el PaO₂/ FiO₂ medido por gasometría:

Para la evaluación del desempeño se calculó el Área bajo la Curva y la capacidad de clasificación con Sensibilidad, Especificidad, Valores Predictivos, Razones de verosimilitudes y probabilidades posteriores a la prueba aplicando un punto de corte de PaO₂/FiO₂ de 150 (considerando la clasificación de progresión de la enfermedad de la OMS).

7.10. Procedimientos para la recolección de Información:

Recolectamos los datos, obtenidos del registro del servicio de atención COVID realizado entre septiembre y octubre de 2020, donde los consignamos en una hoja de cálculo, las mediciones de los signos vitales de los pacientes antes de la toma de gasometría durante el pase de visita de los médicos, ya que recabamos la información en este periodo previa al pase de visita. Los datos se verificaron con los datos del expediente clínico de cada paciente.

Las variables se describieron en el Anexo de Operacionalización de Variables.

7.11. Control de calidad de la información

En este estudio, implementamos diversas estrategias de control de calidad para garantizar la fiabilidad y validez de la información. En primer lugar, se cumplió con los criterios de inclusión y exclusión claros y precisos para seleccionar a los pacientes que fueron incluidos en el estudio. Se verificó que todos los pacientes seleccionados cumplieran con estos criterios y que la información recopilada fuera consistente y completa. Además, se diseñó un formulario para la recolección de datos estructurado y estandarizado, un manual operacional para su aplicación, que se utilizó para extraer la información relevante de las historias clínicas de los pacientes.

Aplicamos una estrategia de captura-recaptura para garantizar la consistencia de la información. Finalmente, aplicamos técnicas estadísticas identificando y corrigiendo los errores en la recolección de datos. Se llevó a cabo una verificación cruzada de los datos y se realizaron análisis de sensibilidad asegurando que los resultados obtenidos son confiables y robustos. Con estas estrategias de control de calidad, se garantizó la fiabilidad y validez de la información recolectada y se aseguró la calidad del estudio.

7.12. Logística:

Utilizamos la base de datos de pacientes hospitalizados con COVID-19 desde las computadoras de la biblioteca del HGZ 2 por parte del médico tesista. La logística del estudio implicó la revisión de las historias clínicas y la extracción de información relevante utilizando la plataforma PHEDS, como los resultados de la gasometría arterial y la saturación de oxígeno medida por oximetría de pulso en la página de laboratorio, a partir de la cédula de recolección de información. Para lo cual se obtuvo el permiso y la aprobación del comité de ética para realizar el estudio retrospectivo.

Una vez que extrayendo la información, se calculó el índice PaO_2/FiO_2 utilizando tanto los valores de la gasometría arterial como los valores estimados por la ecuación de Severinghaus-Ellis en el programa Microsoft Excel. Comparando los resultados obtenidos con cada método y evaluando el desempeño de la ecuación en la estimación de los valores de PAO_2/FIO_2 en comparación con la gasometría arterial.

7.13. Consideraciones Éticas

Este estudio se basó considerando los aspectos éticos contenidos en la Declaración de Helsinki en su última modificación por la 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brasil, octubre 2013 y a sus adecuaciones posteriores (Hong Kong y Tokio) (26).

Principios éticos básicos señalados en el Informe Belmont (1979) que sustentaron toda la investigación con sujetos humanos: respeto por las personas, beneficencia y justicia (27). Los aspectos señalados en la Ley General de Salud (7 de febrero de 1984, última reforma DOF 12-07-2018) en su Título quinto, Investigación para la salud, Capítulo único: desarrollo de acciones que comprende la investigación para la salud (artículo 96); bases conforme a las cuales se debía desarrollar la investigación en seres humanos (artículo 100) (27).

En este estudio se consideraron además el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud, la actualización del 6 de enero de 1987, última reforma DOF 02-04-2014:

Título segundo, de los aspectos éticos de investigación en seres humanos: Capítulo I (Disposiciones comunes). Del respeto a la dignidad y la protección de los derechos y bienestar de los seres humanos sujetos de estudio (Artículo 13); de las bases conforme a las cuales debía desarrollarse la investigación realizada en seres humanos (artículo 14); y de la protección de la privacidad del individuo en las investigaciones en seres humanos (artículo 16) (27).

Respecto al riesgo de la investigación (artículo 17), el presente estudio se clasificó en la siguiente categoría:

Investigación sin riesgo: Fueron estudios que emplearon técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realizó ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participaron en el estudio, entre los que se consideraron: cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros, en los que no se les identificó ni se trataron aspectos sensitivos de su conducta.

Se realizó una Carta de Dispensa para no utilización de formato de Consentimiento informado, ya que los datos se tomaron del expediente clínico sin causar ningún riesgo a los participantes en este estudio (27).

Se aseguró el anonimato de los pacientes en la búsqueda de los expedientes clínicos.

7.14. Recursos e infraestructura

7.14.1. Recursos materiales:

Los recursos materiales fueron proporcionados por los investigadores; equipo de cómputo con software de Word y Excel para la realización del protocolo, conexión a internet para búsqueda de información mediante plataformas, de recursos físicos como los siguientes:

Tabla 2. Recursos materiales

| Material | Cantidad | Precio unitario | Total |
|------------------------------|----------|-----------------|-----------------|
| Laptop HP Pavilion 360 | 1 | \$11,000 | \$11,000 |
| Impresora – multiusos HP | 1 | \$1,800 | \$1,800 |
| Paquete de 500 hojas blancas | 1 | \$160 | \$160 |
| Caja de plumas (12) | 1 | \$60 | \$60 |
| Caja de lápices (12) | 1 | \$60 | \$60 |
| Carpetas | 1 | \$30 | \$30 |
| Unidad USB 32 GB | 1 | \$149 | \$150 |
| Total | | | \$13,260 |

7.14.2. Recursos humanos

Asesor de tesis: El Dr. Flavio Cuéllar Roque cuenta con experiencia en el campo de Medicina Interna, atención a pacientes COVID-19 graves y experiencia en el campo de la epidemiología al ser estudiante de la Maestría en Ciencias Médicas, Odontológicas y de la salud con campo disciplinario en epidemiología. La participación en este protocolo es el proporcionar la idea principal para el título, aportación de bibliografía e información, el diseño del protocolo, seguimiento cada paso del protocolo y corrección de la información, estructura y verificación de resultados.

Tesista: La Dra. Sandra Romero Alvarado, residente de Urgencias Médico Quirúrgicas, quien realizó prácticas en la atención de pacientes COVID-19 graves por 9 meses durante su primer año de la residencia médica. Su participación es la colaboración con modificación del tema principal, realizar el contenido del protocolo, al ser residente que se formó en el área COVID con pacientes intubados graves durante su estancia se encargó de realizar las gasometrías arteriales, la toma recolección de los signos vitales que fueron

plasmados en las notas médicas del en un turno determinado en el periodo de recolección establecido (septiembre – octubre 2020) teniendo la capacidad para identificar los datos que serán recolectados teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión, en el análisis de los datos a recolectar y en la conclusión del mismo.

7.14.3. Recursos financieros

Los recursos fueron proporcionados por los investigadores, no se requirió inversión financiera adicional por parte de la institución, ya que se emplearon únicamente datos de pacientes intubados por COVID-19 grave útiles del expediente clínico para la realización del protocolo.

7.14.4. Factibilidad

Este estudio se pudo llevar a cabo, ya que se tiene acceso a expedientes clínicos tanto físicos como electrónicos de pacientes hospitalizados con COVID-19 grave intubados, esta información se toma de las notas médicas tanto signos vitales como resultados de gasometrías del turno correspondiente, ya que como se mencionó previamente la Tesista estuvo a cargo durante ese periodo de la toma de gasometría para el ajuste ventilatorio en la jornada y signos vitales que se plasmaron en las notas médicas en turno, esto no mayor a 15 minutos de diferencia entre muestra y signos vitales.

Durante ese periodo hubo un amento de los pacientes hospitalizados graves intubados, por lo que se tomara en cuenta los datos requeridos, esto únicamente en el periodo de septiembre – octubre del 2020, ya que son pacientes con mayor control en información y suficientes para realizar este protocolo.

El espacio de recolección de datos inicialmente será en el área de archivo, se seleccionarán los expedientes de los pacientes con COVID-19 intubados en el periodo establecido previamente, el concentrado de información se realizará en la biblioteca del Hospital General de Zona No 2, ya que cuenta espacio suficiente.

7.15. Aspectos de Bioseguridad

No Aplica

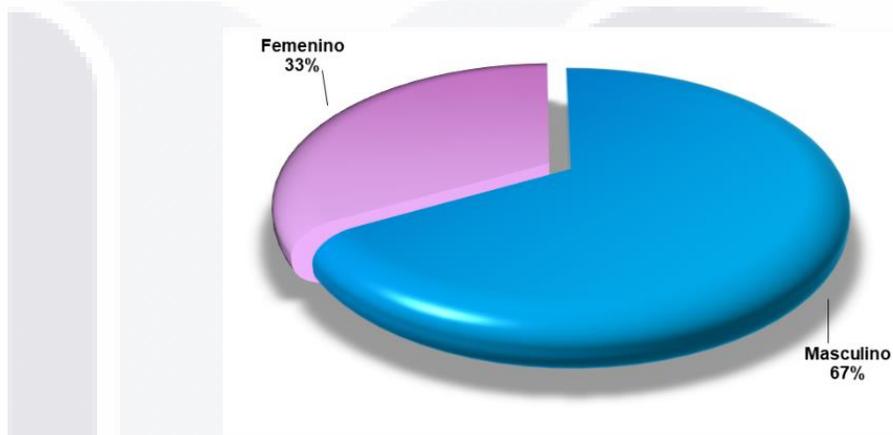
7.16. Cronograma de Actividades

| Actividad | 2022 | | | | | | | | | | 2023 | | | | | |
|--|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun |
| Acopio de la bibliografía | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisión de la literatura | | X | X | X | | | | | | | | | | | | |
| Diseño del protocolo | | | | X | X | | | | | | | | | | | |
| Planteamiento del problema | | | | | X | X | | | | | | | | | | |
| Antecedentes | | | | | | X | X | | | | | | | | | |
| Justificación | | | | | | | X | X | X | | | | | | | |
| Introducción | | | | | | | | | X | X | X | | | | | |
| Hipótesis | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| Material y métodos | | | | | | | | | | | X | X | | | | |
| Envío de protocolo a SIRELCIS | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| Revisión de protocolo | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| Registro y aprobación ante comité de ética | | | | | | | | | | | | | X | | | |
| Registro y aprobación ante comité de investigación | | | | | | | | | | | | | X | | | |
| Acopio de la información | | | | | | | | | | | | | X | X | X | |
| Captura y tabulación de la información | | | | | | | | | | | | | | | X | |
| Análisis de la información | | | | | | | | | | | | | | | X | |
| Autorización | | | | | | | | | | | | | | | X | |
| Elaboración del informe de tesis final | | | | | | | | | | | | | | | X | |
| Discusión de resultados | | | | | | | | | | | | | | | X | |
| Examen de grado | | | | | | | | | | | | | | | | X |

8.RESULTADOS

Los resultados se obtuvieron de 501 muestras de pacientes graves intubados por COVID-19 del IMSS OOAD Aguascalientes del Hospital General de Zona No.2 de septiembre a octubre del 2020. El 33.1% son de mujeres (166 muestras) y el 66.9% son de hombres (335 muestras). Con una edad media de 57.7 y una DE \pm 6.9.

Gráfica 1. Proporción de edad de la muestra.



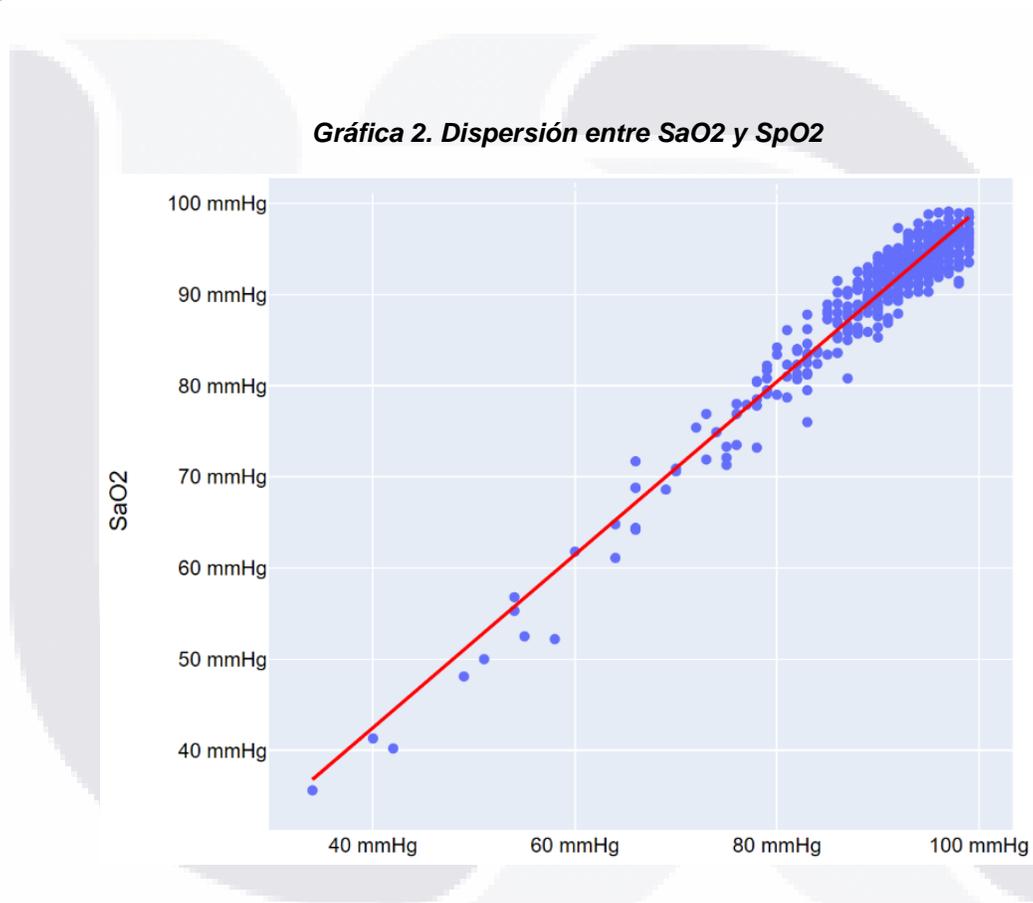
ANÁLISIS UNIVARIADO:

| Variable | Media | DE | Mediana | Asimetría | Kurtosis | p-Swilk |
|---|--------|-------|---------|-----------|----------|---------|
| SpO2 | 90.51 | 8.62 | 93 | -2.93 | 11.45 | 0 |
| SpO2 obtenida por gasometría | 72.82 | 19.98 | 70.9 | 0.84 | 2.69 | 0 |
| SaO2 | 90.42 | 8.46 | 92.9 | -3.12 | 12.5 | 0 |
| FiO2 | 57.49 | 18.74 | 50 | 0.67 | -0.38 | 0 |
| Diferencia SaO2 y SpO2 | -0.09 | 2.2 | -0.1 | -0.17 | -0.01 | 0.2899 |
| Diferencia normal | 0.76 | 0.58 | 0.63 | 0.91 | 0.56 | 0 |
| PaO2/FiO2 obtenido por gasometría | 138.2 | 50.8 | 131.45 | 0.42 | -0.2 | 0 |
| PaO2/FiO2 obtenido por ecuación Severinghaus-Ellis | 68.75 | 20.19 | 67.01 | 0.84 | 1.41 | 0 |
| Diferencia de valores PaO2 | 4.07 | 16.38 | 3.47 | -0.02 | 3.78 | 0 |
| PaO2/FiO2 calculado por ecuación Severinghaus-Ellis | 131.92 | 53.76 | 122.08 | 0.59 | 0.14 | 0 |
| Diferencia de valores de PaO2/FiO2 | 6.28 | 29.47 | 6.97 | -0.63 | 4.12 | 0 |

Tabla 3. Análisis Univariado donde se muestra las distribuciones obtenidas por gasometría y calculadas por la ecuación Severinghaus- Ellis

8.1. Correlación y consistencia entre SpO₂ medido por oximetría y el SaO₂ medido por gasometría.

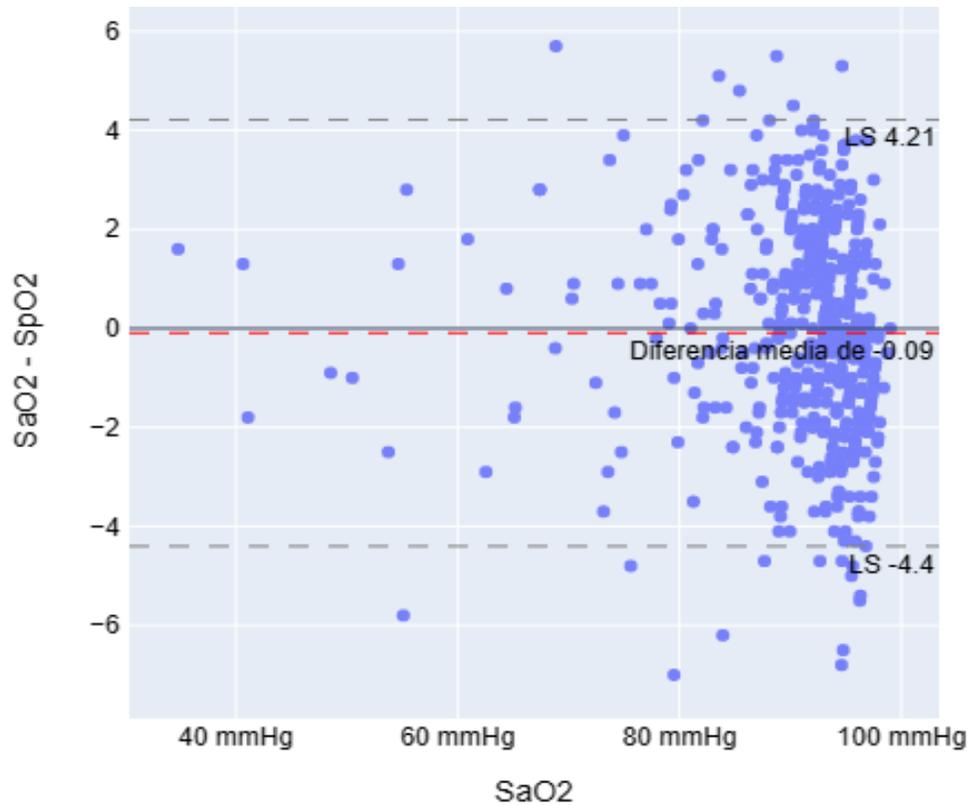
Evaluando la correlación entre el SpO₂ medido por oximetría y el SaO₂ medido por gasometría, donde se obtuvo un coeficiente de Pearson de 0.9671 ($p < 0.005$), con un coeficiente de determinación de 0.9353. A continuación, se muestra una gráfica de dispersión que compara la saturación medida por oximetría y la saturación medida por gasometría.



Gráfica 2. Gráfica de dispersión para SaO₂- SpO₂, ajuste con respecto la medición de modelo de regresión (línea roja) en la cual se visualiza un ajuste adecuado con una pendiente positiva en la que la mayoría de los datos se concentraron por encima de los 80 mmHg y 90 mmHg, con algunos valores atípicos menores a 50 mmHg.

Se Grafico las diferencias a través de una gráfica de Bland-Altman donde se observa que la diferencia entre la saturación medida por gasometría y la saturación por oximetría es de 0.09% (El 90% de las muestras se encuentra entre el límite superior de 4.21 y limite inferior de -4.4 del 95%).

Gráfica 3. Diagramade Bland-Altman de la diferencia de SaO2 y SpO2

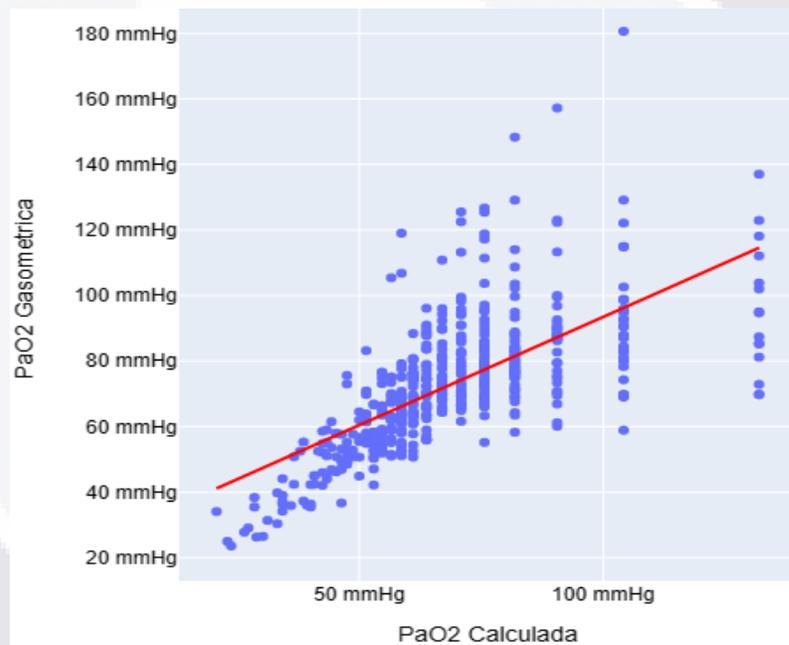


Grafica 3. Bland Altman donde se observa un sesgo medio de -0,09%. Entre la saturación medida por gasometría y la saturación medida por oximetría. Los límites del acuerdo entre SaO2 y SpO2 fueron: límite superior del 4.21% y límite inferior del -4.4% lo que significa que el 95% de las mediciones se situaron dentro de estos valores.

8.2. Correlación y Consistencia entre el PaO₂ medida por Gasometría y la PaO₂ calculada mediante la fórmula de Severinghaus-Ellis

Evaluando la correlación entre PaO₂ medida por Gasometría y la PaO₂ calculada mediante la fórmula de Severinghaus-Ellis obteniendo una correlación de Rho Spearman de 0.7478 ($p < 0.05$). A continuación, se muestra una gráfica de dispersión que compara PaO₂ obtenida por gasometría y la PaO₂ calculada por la Ecuación Severinghaus-Ellis.

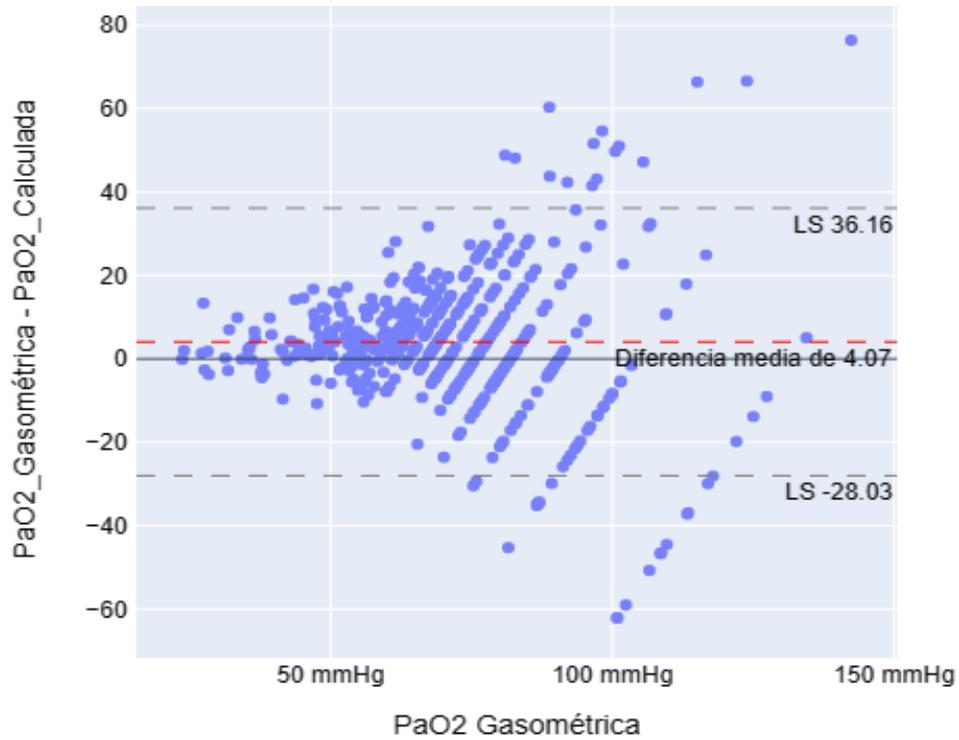
Gráfica 4. Diagrama de dispersión entre la PaO₂ obtenida por gasometría y la PaO₂ calculada por la Ecuación Severinghaus—Ellis



Gráfica 4. Diagrama de dispersión entre la PaO₂ gasométrica y la PaO₂ calculada

Se realizó una gráfica de Bland-Altman, observando que la diferencia medida entre la PaO₂ medida por Gasometría y la PaO₂ calculada por la ecuación de Severinghaus-Ellis es de 4.07 mmHg. (El 95% de las muestras se encuentran entre el límite superior de 36.16 y límite inferior de -28.03).

Gráfica 5. Diagrama de Bland-Atman de la diferencia entre PaO2 obtenida por gasometría y Calculada

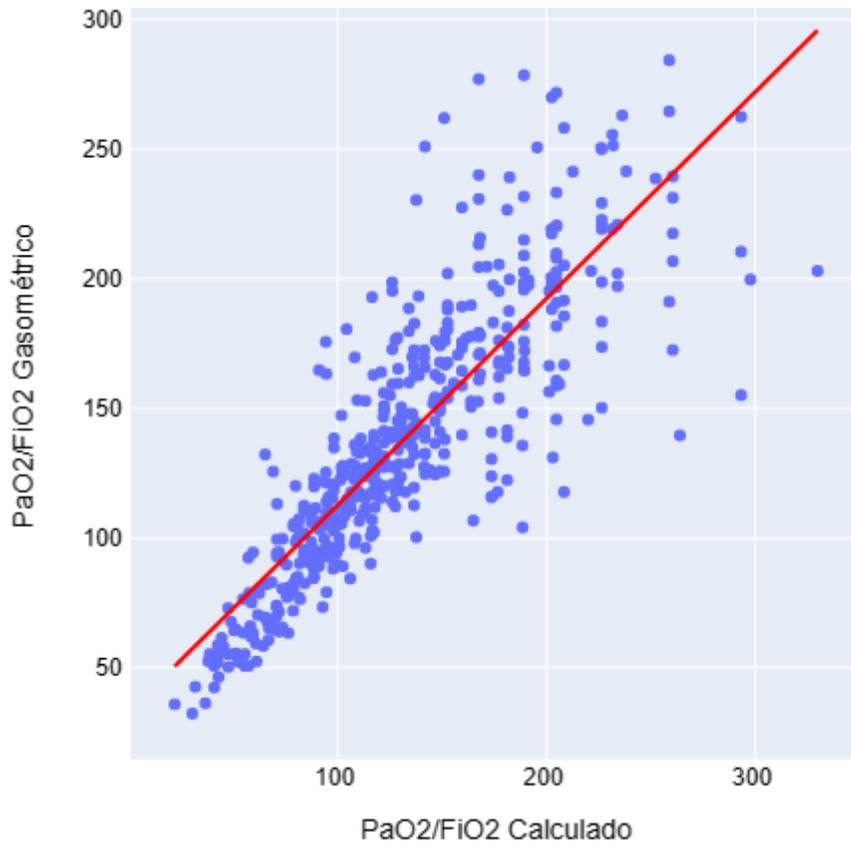


Gráfica 5. Bland Altman donde se observa un sesgo medio de 4.07 mmHg. Los límites para PaO2 obtenida por gasometría y la calculada por Severinghaus- Ellis fueron: límite superior del 36.16 y límite inferior del - 28.03 lo que significa que el 95% de las mediciones se situaron dentro de estos valores.

8.3. Correlación y Consistencia entre la PaO2/FiO2 gasométrica y la PaO2/FiO2 calculada

Evaluando la correlación entre PaO2/FiO2 medida por gasométrica y la PaO2/FiO2 calculada por la ecuación Severinghaus- Ellis se obtuvo una correlación con Rho Spearman de 0.8816 ($p < 0.05$). A continuación, se muestra una gráfica de dispersión que compara PaO2/ FIO2 obtenida por gasometría y la PaO2/FiO2 calculada por la ecuación Severinghaus- Ellis.

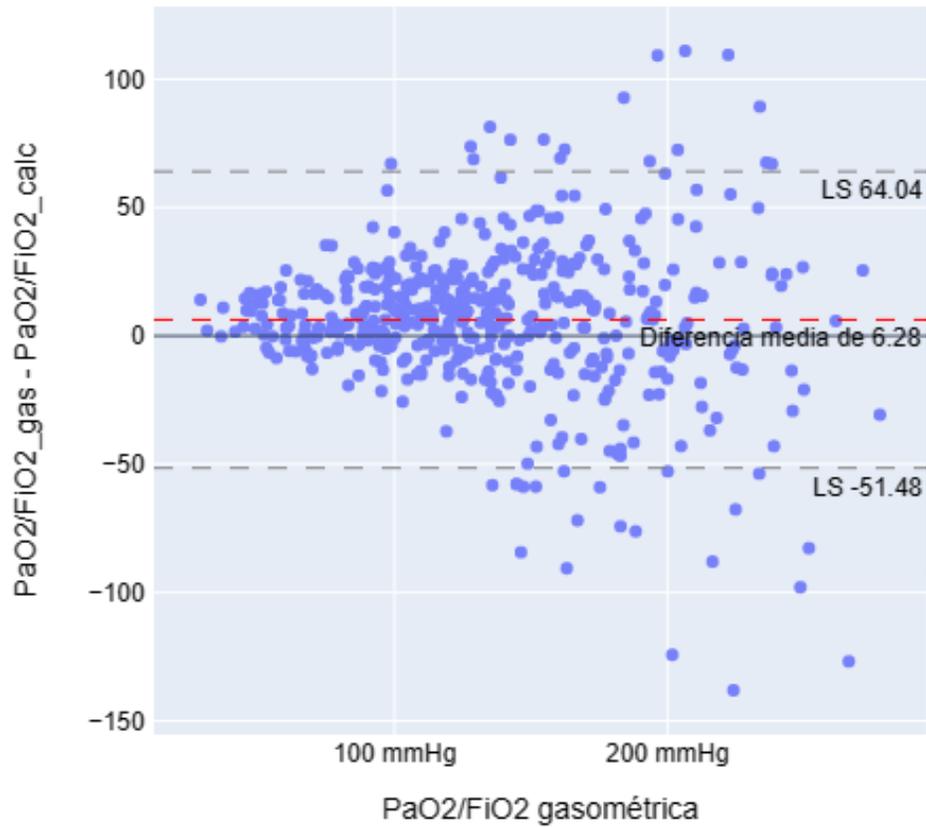
Gráfica 6. Diagrama de dispersión entre PaO₂/ FiO₂ calcula por gasometría y la calculada por la ecuación Severinghaus- Ellis



Grafica 6. Ajuste de dispersión en los valores entre las dos medidas de PaO₂/FiO₂, la gasométrica y la calculada mediante la ecuación Severinghaus-Ellis, obteniendo que estas se concentran muy de cerca en la línea diagonal que representa el modelo de regresión (línea roja).

Se grafico las diferencias a través de una gráfica de Bland-Altman, donde se observa que la diferencia PaO₂/FiO₂ medida por gasométrica y la PaO₂/FiO₂ calculada por la ecuación Severinghaus- Ellis es del 6.28 (El 95% de las muestras se encuentran entre el límite superior de 64.04 y límite inferior de -51.48).

Gráfica 7 Bland-Atman de la diferencia entre PaO2/FiO2 gasométrica y calculada

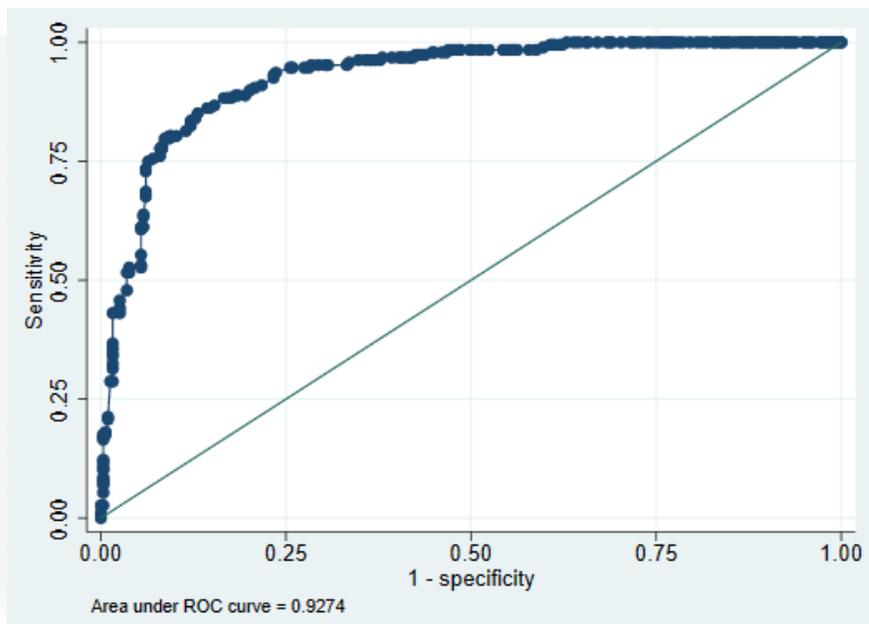


Gráfica 7. Gráfica de Bland Altman donde se observa un sesgo medio de 6.28%. Los límites para PaO2/FiO2 medida por gasométrica y la PaO2/FiO2 calculada por la ecuación Severinghaus- Ellis fueron: límite superior del límite superior de 64.04 y límite inferior de -51.48, lo que significa que el 95% de las mediciones se situaron dentro de estos valores.

8.4. Desempeño de la PaO_2/FiO_2 calculada a partir de la PaO_2 obtenida de la fórmula de Severinhaus – Ellis.

Se calculó el área bajo la curva (AUC) para evaluar el desempeño de la PaO_2/FiO_2 calculada por la ecuación Severinghaus - Ellis, encontrando una AUC de 0.9274 (IC 95%: 0.90491 a 0.94992).

Gráfica 8. Curva de ROC de PaO_2/FiO_2 mediante ecuación Severinghaus-Ellis



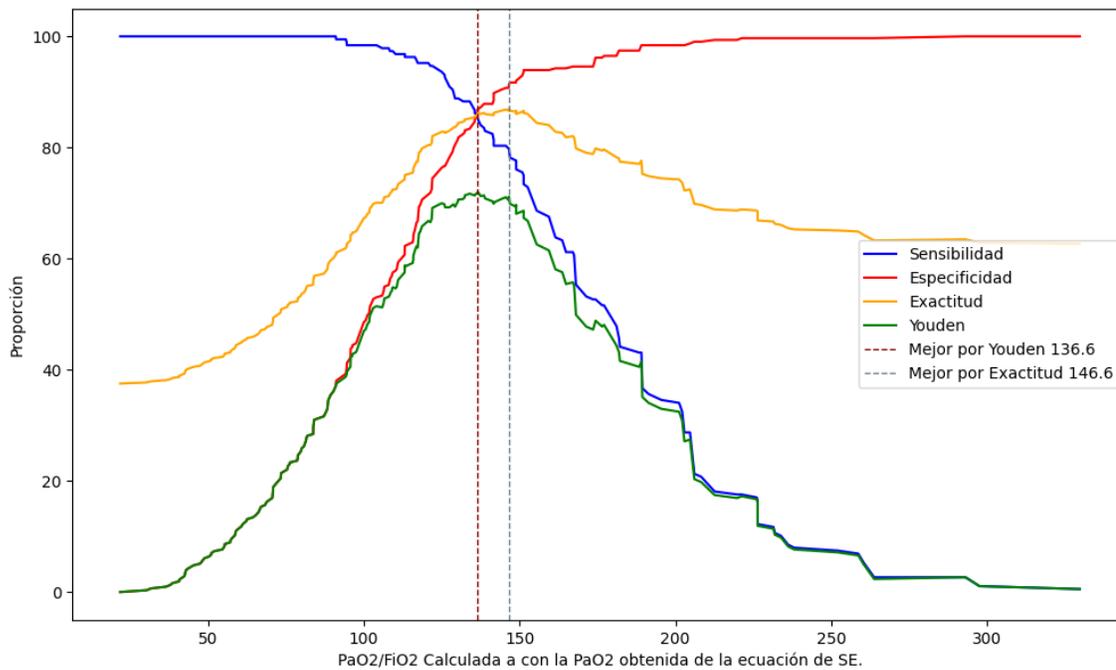
Gráfica 8. Curva ROC del desempeño del cálculo.

Se evaluó el desempeño de diferentes puntos de corte con la finalidad de encontrar el mejor para clasificar al paciente intubado que requiere pronación.

Se encontró que el desempeño de punto de corte 150 (recomendado por la OMS) tiene una sensibilidad de 92.97%, una especificidad de 75.53% con un VPP 0.8635 y VPN 0.8658.

Sin embargo, el punto de corte de 136 clasifica mejor a los pacientes graves (Youden 0.7200), comparado con el punto de corte recomendado de 150 (Youden 0.6850), contando con una sensibilidad de 86.90%, especificidad de 85.10% con un VPP 0.9066 y una VPN 0.7960 como se muestra en la siguiente gráfica de sensibilidad y especificidad.

Gráfica 9. Desempeño por puntos de corte



Gráfica 9. Desempeño de puntos de corte con mejor sensibilidad, especificidad y Youden (136.6)



9. DISCUSIÓN

La $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ calculada a partir de la PaO_2 obtenida de la ecuación Severinghaus-Ellis cuenta con un muy buen desempeño para la clasificación de los pacientes intubados graves con COVID-19, con una AUC de 0.9274, considerando que el mejor punto de corte es una $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ calculada con Severinghaus-Ellis de 136 ya que cuenta con un desempeño balanceado, una sensibilidad del 86.90%, (interpretado como los pacientes intubados que requieren pronación tienen un 86.90% de probabilidad de tener una $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ menor de 136), una especificidad del 85.10% (interpretado como los pacientes que no requieren pronación tienen una probabilidad del 85.10% de obtener una $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ mayor 136), un VPP de 90.66% (interpretado como el paciente que tiene una $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ calculada por debajo de 136 tiene una probabilidad el 90.66% de que el paciente requiera pronación), VPN de 79.60 % (el paciente que tiene una $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ calculada por arriba de 136 tiene una probabilidad del 79.60% de que no requiera pronación).

Encontrando consistencia con los hallazgos obtenidos en otros estudios, donde se evaluó la correlación de la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ calculada por gasometría y la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ calculada a partir de la fórmula de Severinghaus-Ellis. Gadrey y colaboradores (2013-2017) encontraron una correlación de 0.81 entre la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ calculada y la obtenida por gasometría en pacientes de cuidados intensivos (20). Mastropasqua y colaboradores (1992) encontraron un sesgo medio de $-0.47 \text{ mmHg} \pm 2.6 \text{ mmHg}$ entre la media de PaO_2 calculada con la fórmula y la media obtenida por gasometría (19) y de manera similar el estudio de Pascual y colaboradores (2021) también encontró correlación intercalase (CCI) mayor a 0.98 entre las mediciones de oximetría de pulso usando la formula de Severinghaus-Ellis y las gasométricas (21).

Como fortaleza, este estudio cuenta con un valor añadido, ya que evalúa el desempeño de la ecuación Severinghaus-Ellis y asignando como punto de corte (136) en pacientes con COVID-19 graves a diferencia de los estudios previos, con la finalidad de apoyar en la toma de decisiones médicas.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Sin embargo, es importante recordar que los valores calculados de PaO₂ y PaO₂/FiO₂ no reemplazan los medidos por gasometría arterial, ya que sigue siendo el estándar de oro para la evaluación de la función pulmonar, y deberán ser usados en caso de contar con esta herramienta. En cambio, estos cálculos podrían utilizarse como una herramienta adicional para la monitorización de los pacientes, especialmente en circunstancias en las que la realización de gasometrías arteriales frecuentes no sea factible o deseable.

10. CONCLUSIONES

La PaO₂/FiO₂ calculada obtenida por la PaO₂ calculada por la ecuación Severinghaus-Ellis cuenta con un muy buen desempeño con una AUC de 0.9274 (IC 95%: 0.90491 a 0.94992), para la clasificación de los pacientes intubados graves por COVID-19 en el Hospital General de Zona No. 2 OOAD Aguascalientes, aceptando nuestra hipótesis, entonces consideramos que el mejor punto de corte es una PaO₂/FiO₂ calculada de 136, ya que cuenta con una sensibilidad del 86.90%, una especificidad del 85.10%, un VPP (0.9066) y una VPN 0.7960.

11. GLOSARIO

PaO₂: Es la presión parcial de oxígeno en sangre arterial. Este valor mide la cantidad de oxígeno que se disuelve en la sangre y cómo se mueve desde los pulmones al resto del cuerpo.

FiO₂: Se refiere a la fracción de oxígeno inspirado. Es la concentración de oxígeno que una persona está inhalando expresada como fracción.

PaO₂/FiO₂ (índice de PaFi): Es un índice que se utiliza para determinar la gravedad de la insuficiencia respiratoria. Se calcula dividiendo la presión arterial de oxígeno (PaO₂) por la fracción inspirada de oxígeno (FiO₂).

SpO₂: Es la saturación periférica de oxígeno. Este valor mide la cantidad de hemoglobina en sangre que está saturada con oxígeno.

SaO₂: Es la saturación arterial de oxígeno. Este valor mide la cantidad de oxígeno unido a la hemoglobina en la sangre arterial.

Ecuación de Severinghaus-Ellis: Es una fórmula que se utiliza para estimar la PaO₂ a partir de la SpO₂.

Gasometría arterial: Es una prueba que mide los niveles de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre arterial, así como el pH de la sangre.

Oximetría de pulso: Es una prueba no invasiva que mide la saturación de oxígeno de la hemoglobina en sangre.

Curva de Características Operativas del Receptor (ROC): Es una herramienta estadística que se utiliza para evaluar la eficacia de un sistema de clasificación.

Índice de Youden: Es una estadística que se utiliza para resumir la eficacia de un sistema de clasificación binaria. El índice de Youden es el máximo valor posible de la sensibilidad más la especificidad menos uno.

COVID-19: Es una enfermedad infecciosa causada por el virus SARS-CoV-2. Se propaga principalmente a través de pequeñas gotas expulsadas por una persona infectada al toser, estornudar, hablar, cantar o respirar.

12. Referencias Bibliográfica

1. Chang R OJ. Chemistry. Fourteenth LLC M, editor. New York, NY: International student edition; 2022.
2. al. AAH•TEMe. Mechanical Ventilation Amid The COVID 19 Pandemic A Guide for Physicians and Engineers Nature S, editor. Cham : Springer; 2022.
3. Artázcoz Artázcoz MA AIS. [Gasometric arterial extraction]. Rev. Enfermería Barc Spain. 2008, junio; 31(6): p. 50-6.
4. Shelledy DC PJK. Mechanical ventilation. Burlington: MA: Jones & Bartlett Learning; 2020.
5. JL. SG. [Forty years since description of the Kirby index (PaO₂/FiO₂)]. Med Intensiva. 2015 noviembre; 39(8): p. 521.
6. Kirby RR DJCJMJDfKEea. High level positive end expiratory pressure (PEEP) in acute respiratory insufficiency. Chest. 1975, febrero; 67(2): p. 156-63.
7. Bernard GR AABKCJFKHLea. The American-European Consensus Conference on ARDS. Definitions, mechanisms, relevant outcomes, and clinical trial coordination. Am J Respir Crit Care Med. 1994, marzo; 149(3): p. 818-24.
8. Ranieri VM RGTBFNCEFEea. Acute Respiratory Distress Syndrome: The Berlin Definition. JAMA. 2012 [citado 11 de noviembre de 2022]; 307(23).
9. salud. Sd. Datos Abiertos Dirección General de Epidemiología [Internet]. [Online].; 2022 [cited 2023 febrero. Available from: <https://www.gob.mx/salud/documentos/datos-abiertos-152127>.
10. Gobierno SdS]. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica |. [Online].; 2022 [cited 2023 Feb. Available from: <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/sistema-nacional-de-vigilancia-epidemiologica>.
11. WHO. Manejo clínico de la COVID-19: orientaciones evolutivas. [Online].; 2021 [cited 2022 dic. Available from: <https://www.who.int/es/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-clinical-2021-1>.

12. Wang W TJWF. Updated understanding of the outbreak of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) in Wuhan, China.. J Med Virol. 2020 Apr 1; 5(92): p. 441–7.
13. Marshall JC MSDJANADAYea. A minimal common outcome measure set for COVID-19 clinical research.. Lancet Infect Dis 2020. 2020 Aug 1; 20(8): p. 197-7.
14. Riviello ED KWTTMABGVOLNVMMDFR. Hospital Incidence and Outcomes of the Acute Respiratory Distress Syndrome Using the Kigali Modification of the Berlin Definition. Am J Respir Crit Care Med. 2016 jan; 193(1): p. 52-9.
15. Pandharipande PP SAHHSJPRTSNWLBGEE. Derivation and validation of Spo₂/Fio₂ ratio to impute for Pao₂/Fio₂ ratio in the respiratory component of the Sequential Organ Failure Assessment score. Crit Care Med. 2009 Apr; 37(4): p. 1317-21.
16. Rice TW WABGHDSDWL, National Institutes of Health NHLaBIAN. Comparison of the SpO₂/FIO₂ ratio and the PaO₂/FIO₂ ratio in patients with acute lung injury or ARDS. Chest. 2007 Aug; 132(2): p. 410-7.
17. JW. S. Simple, accurate equations for human blood O₂ dissociation computations. J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol. 1979 Mar; 46(3): p. 599-602.
18. Ellis RK SJ. Determination of PO₂ from saturation.. J Appl Phisyol. 1985; 67(2): p. 902.
19. Mastropasqua B CGPAFAML. Evaluation of a new method for assessing arterial oxygen pressure, avoiding arterial blood collection. Am Rev Respir Dis. Febrero 1922; 145(2): p. 488-90.
20. Gadrey SM LCCRea. Imputation of partial pressures of arterial oxygen using oximetry and its impact on sepsis diagnosis. Physiol Meas. 2019 December; 40(11).
21. Shrirang M Gadrey1 2CELRCea. Imputation of partial pressures of arterial oxygen using oximetry. Physiol. Meas. 2019 December; 40(11).
22. Sergi PG FADOOCTEea. Ausencia de efectos clinicos destacables de SARS-COV-2 sobre la afinidad de la hemoglobina por el O₂ en pacientes con COVID 19. Arco Bronconeumol. 2021 diciembre; 57(12): p. 757-763.

23. Philip KEJ BBFSea. Working accuracy of pulse oximetry in COVID-19 patients stepping down from intensive care: a clinical evaluation. *BMJ Open Respir Res.* 2020 December; 7(e000778).
24. Martínez-González MA SVAAEFJea. *Bioestadística amigable.* 4th ed.: Elsevier; 2020.
25. JR. T. *An introduction to error analysis: the study of uncertainties in physical measurements.* 2nd ed. Sausalito, Calif: University Science Books; 1997. 2nd ed. Calif: University Science Books.: Sausalito; 1977.
26. humanos GPéplimes. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. [Online]. [cited 2022 dic. Available from: <https://www.fisterra.com/formacion/bioetica/principios-etic>.
27. Gobierno CNdMR]. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud. [Online].; 2020 [cited 2022 dic. Available from: <https://www.gob.mx/conamer/prensa/reglamento-de-la-ley-general->.

13. ANEXOS

13.1. Operacionalización de las Variables:

| Nombre de la Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional | Escala de Medida | Fuente de Información | Instrumento | Índice |
|---|--|--|------------------|---|---|--------|
| SpO ₂ | Porcentaje (98%) de O ₂ unido a la Hemoglobina de forma reversible medido por oximetría de pulso | Medición de la Saturación arterial periférica mediante oxímetros de pulso | Discreta | Registro del servicio COVID | Monitor de signos vitals Welch Allyn Inc. Connex 6000 Series Vital Signs Monitor con sensor Masimo® | mmHg |
| SaO ₂ | Porcentaje (98%) de O ₂ unido a la hemoglobina de forma reversible medido por gasometría | Medición de la saturación arterial mediante gasometría | Continua | Registro del servicio COVID | Sistema de Gases en Sangre RAPID Point® 500e de SIEMENS | mmHg |
| PaO ₂ gas | Presión parcial del Oxígeno disuelto en sangre medido Mediante gasometría | Medición de la presión parcial de oxígeno arterial mediante gasometría | Continua | Registro del servicio COVID | Sistema de Gases en Sangre RAPID Point® 500e de SIEMENS | mmHg |
| PaO ₂ cal | Presión parcial del Oxígeno disuelto en sangre calculado mediante la ecuación de Severinghaus- Ellis | Cálculo de la presión parcial de oxígeno arterial mediante la ecuación de Severinghaus- Ellis | Continua | Cálculo con la ecuación de Severinghaus- Ellis | Cálculo con la ecuación de Severinghaus- Ellis | mmHg |
| FiO ₂ | Concentración de oxígeno suministrado durante la inspiración | Fracción inspirada de Oxígeno programado en los ventiladores mecánicos | Discreta | Registro del servicio COVID | Registro del servicio COVID | % |
| PaO ₂ / FiO ₂ gas | Relación entre la Presión parcial de oxígeno arterial con la Fracción inspirada de oxígeno entregado (PaO ₂ /FiO ₂) | Índice PaO ₂ / FiO ₂ calculado con el valor de PaO ₂ obtenido en la Gasometría | Continua | Cálculo a partir de los valores Gasométricos obtenido del Registro del servicio COVID | Cálculo a partir de los valores gasométricos obtenido del registro del servicio COVID | % |
| PaO ₂ / FiO ₂ cal | Relación entre la Presión parcial de Oxígeno arterial con la Fracción inspirada de Oxígeno entregado (PaO ₂ /FiO ₂) | Índice PaO ₂ / FiO ₂ calculado con el valor de PaO ₂ calculado mediante la ecuación de Severinghaus-Ellis | Continua | Cálculo con la ecuación de Severinghaus- Ellis | Cálculo con la ecuación de Severinghaus- Ellis | % |

13.2. Hoja de recolección de datos

Datos sociodemográficos

Nombre:

Sexo: Masculino () Femenino ()

Edad:

Ocupación:

Signos vitales

FC:

FR:

P. Sistólica:

P. Diastólica:

T:

Saturación:

Parametros VM

MV:

FiO2:

VT:

PS:

PIP:

Plat:

PEEP:

PDr:

Cest:

Cdin:

Índice de PaO₂ / FiO₂

PaO₂/FiO₂ real:

PaO₂/FiO₂ calculado:

13.3. Manual Operacional para Aplicar una Hoja de Recolección de Información

Objetivo: Recolectar información relevante para el cálculo del índice $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ a partir de la gasometría arterial y la oximetría de pulso en pacientes con COVID-19 hospitalizados en el Hospital General de Zona No. 2 del IMSS Aguascalientes.

Material necesario:

- Hoja de recolección de información
- Bolígrafo o lápiz
- Acceso a la base de datos del hospital

Procedimiento:

- Acceder a la base de datos del hospital y buscar los registros de pacientes hospitalizados con COVID-19.
- Seleccionar los pacientes que cumplan con los criterios de inclusión: pacientes adultos, hospitalizados por COVID-19, con valores registrados tanto de gasometría arterial como de saturación de oxígeno medida por oximetría de pulso.
- Identificar el número de registro del paciente y anotarlo en la hoja de recolección de información.
- Revisar la historia clínica del paciente en el expediente clínico PHEDS y buscar los resultados de la gasometría arterial y la oximetría de pulso.
- Anotar los valores de la gasometría arterial en las columnas correspondientes de la hoja de recolección de información.
- Calcular los valores estimados de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ utilizando la ecuación de Severinghaus-Ellis y anotarlos en las columnas correspondientes de la hoja de recolección de información.
- Comparar los valores obtenidos por gasometría arterial y los valores estimados por la ecuación de Severinghaus-Ellis y anotar en la hoja de recolección de información.
- Al finalizar la recolección de información de todos los pacientes incluidos, revisar la hoja de recolección para asegurarse de que toda la información relevante haya sido registrada de manera correcta y completa.

Control de calidad:

Realizar una revisión de la hoja de recolección de información por parte de dos investigadores diferentes para asegurarse de que no haya errores en la recolección de información.

Realizar una verificación aleatoria de la información recolectada a partir de las historias clínicas para asegurarse de que se haya registrado toda la información relevante.

Realizar una verificación de la información recolectada a partir de la base de datos del hospital para asegurarse de que se haya registrado toda la información relevante.

Para el registro de los datos sociodemográficos se realizará a partir de la hoja de trabajo social de preferencia y se llenarán los datos según corresponda cada caso:

Datos sociodemográficos

Nombre:

Sexo: Masculino () Femenino ()

Edad:

Ocupación:

Los datos de los signos vitales serán tomados desde las notas de ingreso y notas de evolución, así como los parámetros de ventilación

| Signos vitales | Parametros VM |
|-------------------------------------|----------------------------|
| FC: <input type="text"/> | MV: <input type="text"/> |
| FR: <input type="text"/> | FiO2: <input type="text"/> |
| P. Sistólica: <input type="text"/> | VT: <input type="text"/> |
| P. Diastólica: <input type="text"/> | PS: <input type="text"/> |
| T: <input type="text"/> | PIP: <input type="text"/> |
| Saturación: <input type="text"/> | Plat: <input type="text"/> |
| | PEEP: <input type="text"/> |
| | PDr: <input type="text"/> |
| | Cest: <input type="text"/> |
| | Cdin: <input type="text"/> |

Finalmente, se calcularán ambos índices desde las diferentes metodologías para poder registrarlas en cada ficha de registro.

Índice de PaO₂ / FiO₂

PaO2/FiO2 real: PaO2/FiO2 calculado:

13.4. Carta de Dispensa para no utilización de formato de Consentimiento informado



GOBIERNO DE
MÉXICO



Fecha: 17 / Noviembre / 2022

SOLICITUD DE EXCEPCION DE LA CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Para dar cumplimiento a las disposiciones legales nacionales en materia de investigación en salud, solicito al Comité de Ética en Investigación de **Hospital General de Zona No. 2** que apruebe la excepción de la carta de consentimiento informado debido a que el protocolo de investigación **Desempeño del cálculo del índice PaO₂/FiO₂ usando la ecuación de Severinghaus-Ellis como alternativa no invasiva en pacientes intubados por COVID-19 del IMSS OOAD Aguascalientes del Hospital General de Zona no. 2.** es una propuesta de investigación sin riesgo que implica la recolección de los siguientes datos ya contenidos en los expedientes clínicos:

- a) Sexo del paciente
- b) Temperatura del paciente
- c) SpO₂ medido por oxímetro de pulso
- d) SaO₂ obtenido de gasometría
- e) PaO₂ obtenido de gasometría
- f) FiO₂ obtenido de la configuración del ventilador consignado en el expediente

MANIFIESTO DE CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCION DE DATOS

En apego a las disposiciones legales de protección de datos personales, me comprometo a recopilar solo la información que sea necesaria para la investigación y esté contenida en el expediente clínico y/o base de datos disponible, así como codificarla para imposibilitar la identificación del paciente, resguardarla, mantener la confidencialidad de esta y no hacer mal uso o compartirla con personas ajenas a este protocolo.

La información recabada será utilizada exclusivamente para la realización del protocolo **Desempeño del cálculo del índice PaO₂/FiO₂ usando la ecuación de Severinghaus-Ellis como alternativa no invasiva en pacientes intubados por COVID-19 del IMSS OOAD Aguascalientes del Hospital General de Zona no. 2** cuyo propósito es la tesis de la Dra. Sandra Romero Alvarado, residente de la especialidad de Urgencias Médico Quirúrgicas con adscripción en el Hospital General de Zona No. 1 y con área de trabajo en el Hospital General de Zona No. 2.

Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se procederá acorde a las sanciones que procedan de conformidad con lo dispuesto en las disposiciones legales en materia de investigación en salud vigentes y aplicables.

Atentamente

Nombre: Flavio Cuéllar Roque

Categoría contractual: Médico No Familiar, Medicina Interna

Investigador(a) Responsable

