



**BUAP**

“CORRELACION ENTRE EL VALOR DE SHUNT CALCULADO POR  
GASOMETRIA ARTERIAL Y LA SEVERIDAD DE LA INFECCIÓN POR COVID-19  
DETERMINADO POR TOMOGRAFÍA”

Tesis para obtener el diploma de:

Especialista en Anestesiología

Presenta:

Dr. Jair Andres Cubillos Lopez CVU: 220650365



Asesor experto:

Dr. Julio Cesar Pablo Yáñez

Co-asesor experto:

Dr. Miguel Calva Maldonado

Asesor metodológico:

Dr. Alonso Antonio Collantes Gutierrez

H. Puebla de Z. febrero 2023.



**BUAP**

“CORRELACION ENTRE EL VALOR DE SHUNT CALCULADO POR  
GASOMETRIA ARTERIAL Y LA SEVERIDAD DE LA INFECCIÓN POR COVID-19  
DETERMINADO POR TOMOGRAFÍA”

Tesis para obtener el diploma de:

Especialista en Anestesiología

Presenta:

Dr. Jair Andres Cubillos Lopez CVU: 220650365



Asesor experto:

Dr. Julio Cesar Pablo Yáñez

Co-asesor experto:

Dr. Miguel Calva Maldonado

Asesor metodológico:

Dr. Alonso Antonio Collantes Gutierrez

H. Puebla de Z. febrero 2023.

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| <b>1. Resumen</b> .....                      | 1  |
| <b>1. Marco Teórico.</b> .....               | 3  |
| <b>2. Justificación.</b> .....               | 8  |
| <b>3. Planteamiento del Problema.</b> .....  | 9  |
| <b>4. Objetivo</b> .....                     | 10 |
| <b>Objetivo General.</b> .....               | 10 |
| <b>Objetivos Específicos</b> .....           | 10 |
| <b>5. Hipótesis.</b> .....                   | 10 |
| <b>6. Material y Métodos.</b> .....          | 11 |
| 7.1 Tipo de Estudio: .....                   | 11 |
| 7.2 Población de estudio .....               | 11 |
| 7.3 Tamaño de muestra.....                   | 11 |
| 7.4 Criterios de selección .....             | 12 |
| 7.5 Definición de Variables. ....            | 12 |
| 7.6 Descripción General del Estudio. ....    | 13 |
| 7.7 Aspectos Éticos. ....                    | 13 |
| 7.8 Recursos y Factibilidad de estudio. .... | 15 |
| <b>8 ANALISIS ESTADISTICO</b> .....          | 17 |
| <b>9 RESULTADOS</b> .....                    | 17 |
| <b>10 DISCUSIÓN</b> .....                    | 22 |
| <b>11 CONCLUSIÓN</b> .....                   | 24 |
| <b>12 Bibliografía</b> .....                 | 25 |

## 1. Resumen

# “CORRELACION ENTRE EL VALOR DE SHUNT CALCULADO POR GASOMETRIA ARTERIAL Y LA SEVERIDAD DE LA INFECCIÓN POR COVID-19 DETERMINADO POR TOMOGRAFÍA”

Hospital Universitario de Puebla.

Cubillos Lopez Jair Andres<sup>1</sup>, Pablo Yáñez Julio Cesar<sup>2</sup>, Miguel Calva Maldonado<sup>3</sup>  
Collantes Gutiérrez Alonso Antonio<sup>4</sup>

1 Médico Investigador Residente de tercer año de Anestesiología Hospital Universitario de Puebla, 2 Profesor adjunto de la especialidad en anestesiología, jefe de Servicio de Anestesiología del Hospital Universitario de Puebla, 3 Profesor Investigador Asociado C tiempo completo BUAP, titular de la especialidad en anestesiología Hospital Universitario de Puebla, coordinador programa de posgrado de calidad CONACYT., 4 Profesor tutor de la especialidad en Ginecología y Obstetricia, adscrito al Hospital Universitario de Puebla

**Introducción.** El virus SARS-CoV-2 es el actual responsable de la pandemia que se está presentando a nivel mundial, la cual ha sido declarada como una emergencia de salud pública por parte de la OMS, es de resaltar que la misma tuvo un aparente inició en la provincia de Wuhan, China, con los primeros eventos en salud los cuales se presentaron y se describieron con cuadro inicial compatible como neumonía de origen desconocido.

En este estudio se propone relacionar los resultados de laboratorio por parte del equipo GEM Premier 5000 Qsp/Qt con el grado de severidad de la tomografía de tórax en paciente con diagnóstico de SARS-CoV-2, por medio de un estudio descriptivo comparando los valores calculados por la gasometría arterial.

**Objetivo.** Se determino la correlación entre el valor del shunt y la severidad de la infección por COVID-19 identificada mediante Tomografía

**Material y métodos.** Se realizó un estudio observacional, analítico, longitudinal y retrospectivo. En el cual se incluyeron los casos de pacientes atendidos en el Hospital Universitario de Puebla con diagnóstico de COVID-19 por prueba molecular, a los que se les haya realizado estudio de tomografía pulmonar. A dichos pacientes se les realizó el cálculo del shunt con la primera gasometría realizada y subsecuentes, para identificar si había correlación entre la severidad de la enfermedad determinada por tomografía y el shunt.

**Resultados.** En el presente estudio se incluyeron 101 casos de estudio de los cuales 64.4% fueron hombres y la media de la población fue de  $49.19 \pm 12.52$  años. Se encontró una diferencia significativa por ANOVA en el shunt pulmonar según el grado de lesión ( $<0.0001$ ); y presento una correlación significativa entre el shunt pulmonar y el grado de lesión pulmonar identificado por tomografía pulmonar ( $p=<0.001$ ).

**Conclusión.** El shunt pulmonar se correlaciona de manera significativa con la severidad de la lesión de COVID-19 determinada por tomografía.

**Palabras clave.** COVID-19, gasometría, tomografía, shunt

## **1. Marco Teórico.**

En el mes de diciembre de 2019 la ciudad de Wuhan, en la provincia china de Hubei, se reporta como el epicentro de una neumonía de origen desconocido. La cual prendió las alarmas sanitarias en dicho país, en donde en un lapso corto de tiempo establecieron su etiología. Esta patología se asoció a un nuevo coronavirus de probable origen zoonótico, con el nombre de SARS-CoV-2 (“severe acute respiratory syndrome coronavirus 2”), determinando la enfermedad causada por el mismo con el nombre COVID-19.

Desde el mismo momento hasta el día de hoy, la pandemia ocasionada por este agente etiológico, que se ha evidencia un grado extremadamente alto de contagio, se ha podido determinar que se encuentra extendiéndose rápidamente en diferentes países. Motivo por el cual se establece el 30 de enero de 2020 la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró la enfermedad COVID-19 emergencia global sanitaria, y el 11 de marzo se comunicó la pandemia.

La enfermedad por COVID-19 ha desencadenado una pandemia a nivel mundial que se asocia de manera directa por la infección por el virus SARS-CoV-2.<sup>(1)</sup> A nivel mundial se han reportado más de 248, 467, 000 casos con más de 5,027,000 millones de muerte; mientras que en México se han reportado de manera oficial más de 3,814,000 casos con al menos 288,887 muertes.<sup>(2)</sup>

El virus de SARS-CoV-2 ingresa a la célula mediante la unión al receptor ACE2 en la membrana celular, realizando una unión entre el receptor y la proteína S del virus.<sup>(3)</sup> Dicho virus asociado a la proteína ACE2 es capaz de afectar células de tejido pulmonar, vascular, cerebrovascular, renal, hepático y entre otros en los que se expresa de manera regular el receptor ACE2.<sup>(4)</sup>

Dentro del tejido que más sufre afección se encuentra el tejido pulmonar, el cual llega a desarrollar síndrome de estrés respiratorio (MERS).<sup>(5)</sup> Esto derivado de los cambios que se dan de manera profunda a nivel histológico con presentaciones de exudados fibromixoides, descamación de los neumocitos y la membrana hialuronica, respuesta inmunológica, edema, infiltrado mononuclear linfocítico, cambios citopáticos generales, cambios virales en células sincitiales, capilaritis severa neutrofilica, microtrombosis, entre otros.<sup>(6)</sup>

Mientras que a nivel macroscópico en pulmón se pueden encontrar cambios como son la bronconeumonía focal y difusa (33-55% de los casos), consolidación intraalveolar de tipo neutrofílico, inflamación de la submucosa en bronquios y bronquiolos.<sup>(7)</sup> La mayoría de los hallazgos pulmonares se realizan mediante estudios de imagen y en particular el uso de la tomografía computarizada donde se observan opacidades como de vidrio tallado a nivel periférico y en los lóbulos basales y consolidación en pacientes severos; cuyo segmentos afectados incrementan con la severidad de la infección y en los que es posible identificar linfadenopatias y cavitaciones.<sup>(8, 9)</sup>

Por eso aunque el diagnostico confirmatorio se basa en pruebas moleculares, la severidad de la patología se da mediante la evolución clínica y otros indicadores como son los cambios radiológicos.<sup>(10)</sup> Siendo estos mismos hallazgos los que nos permiten identificar o marcar la severidad o evolución de la enfermedad, con cuatro estadios; teniendo el nivel más básico o inicial en los primeros 0-4 días después del inicio de los síntomas sin anomalías de imagen observables o distinguibles de primera mano.<sup>(11)</sup>

Aunque en esta primera etapa es posible observar en algunos casos dilatación y congestión alveolar de los capilares septales, exudado en los capilares alveolares y edema intersticial en el septum.<sup>(12)</sup> Dentro de las alteraciones no es posible identificar daños que afecten a lóbulos completos.<sup>(13)</sup>

El estadio secundario o denominado progresivo es posible determinarlo u observar o entre el 3er y 14º día de la manifestación clínica, con dilatación vascular intersticial evidente con amplia presencia de exudado con acumulación de células en la cavidad alveolar. Además de encontrar lesiones irregular con bordes no definidos y asimétricos, las opacidades son evidentes de una rápida progresión y cavitaciones directas por un gran nivel de necrosis tisular.<sup>(14)</sup>

En el tercer estadio o de absorción se da entre la 2ª y 3er semana después del establecimiento de los síntomas con una reducción de las lesiones si el tratamiento o la evolución fue favorable; aunque también se presentara un engrosamiento del tabique interlobulillar reticulado. Con una etapa final en la que se encuentra la remisión completa con posibles secuelas fibróticas.<sup>(14, 15)</sup>

Adicionalmente, en las etapas de desarrollo por COVID-19 es posible identificar cambios pulmonares asociados a la severidad de la enfermedad. La cual fue propuesta por la British Society of Thoracic Imaging y se sintetiza en la Tabla 1.<sup>(16)</sup>

| Tabla 1<br>Criterios de valoración de severidad de COVID-19 por tomografía |   |
|--|---|
| Leve   | Máximo 3 lesiones focales menores de 3cm de diámetro  |
| Moderado   | Más de 3 lesiones focales anormales con un diámetro mayor a 3 cm  |
| Severo   | -Opacidades de vidrio opaco focales con presencia de consolidación<br>-Opacidades de vidrio despulido difuso con modificaciones en la arquitectura pulmonar |

Creado de Martini et al y Johnston.<sup>(16, 17)</sup>



Por consiguiente, a lo anteriormente mencionado durante la infección se presenta una insuficiencia respiratoria aguda con una disminución de oxígeno en sangre arterial y si un aumento de dióxido de carbono a nivel sistémico. Por lo cual se presentan cambios en los pacientes con un aumento en la  $FiO_2$ , también se ha reportado una reducción en la presión arterial de oxígeno  $PaO_2$  con una tasa menor a 84 mmHg.<sup>(18)</sup>

Además, con la fibrosis se desarrolla un aumento en el volumen sanguíneo pulmonar generando un cambio en el shunt de manera exacerbada y potenciado por el espacio alveolar perdido.<sup>(19)</sup> Por lo que la hipoxemia genera un cambio en el shunt intrapulmonar o fisiológico por pérdida del balance de a ventilación y perfusión.<sup>(20)</sup> El shunt fisiológico se obtiene mediante el cálculo de la siguiente fórmula<sup>(21)</sup>:

$$\frac{QS}{QT} = \left( \frac{CcO - CaO}{CcO - CvO} * 100 \right)$$

CcO: Concentración capilar de oxígeno

CaO: Concentración arterial del oxígeno

CvO: Concentración venosa de oxígeno

Para entender el concepto de shunt fisiológico tenemos que considerar que en reposo la ventilación alveolar (ventilación minuto menos la ventilación del espacio muerto) es de 5 l/min que es similar al gasto cardíaco. Por lo tanto, la relación entre la ventilación y la perfusión (V/Q) es igual a 1. Sin embargo, este cociente es variable conforme se dan modificaciones o alteraciones pulmonares o del flujo sanguíneo; por lo que cuando se eleva el cociente V/Q a causa de modificación del volumen pulmonar causan ventilación ineficaz que es denominado como espacio muerto. Mientras que en caso de una disminución del cociente cuando se acerca hacia cero es denominado shunt.<sup>(22)</sup>

De ahí que podamos entender al shunt fisiológico como un cortocircuito caracterizado por la ocupación o relleno alveolar por líquido en el edema pulmonar o por secreciones y material inflamatorio en las neumonías. Por lo que el colapso alveolar no puede ser oxigenado y genera alteración en la presión alveolar, de ahí que a mayor número de colapso o de espacio muerto alterara aún más la ventilación y modificara el shunt fisiológico.<sup>(23)</sup>

Teniendo en consideración que la valoración del intercambio gaseoso se logra mediante diversos estudios como es la gasometría que suele obtenerse de la arteria radial para obtener la presión arterial de oxígeno y de dióxido de carbono.<sup>(23)</sup>

Como se mencionó previamente para determinar el shunt fisiológico se requiere conocer la concentración capilar, arterial y venosa de oxígeno; por lo que partiendo de que dependen del volumen sanguíneo es necesario conocer la concentración de hemoglobina y la presión arterial de oxígeno.<sup>(21)</sup> Además que la concentración de oxígeno capilar es posible obtenerlo mediante el uso de la pulsioximetría.<sup>(24)</sup>

Entonces, si consideramos las características que toma en cuenta el shunt fisiológico sabemos que a un incremento del shunt se presenta una mayor tasa de mortalidad. Asociando el shunt a diferentes situaciones como es la proteína C reactiva, la concentración de deshidrogenasa láctica y urea.<sup>(24)</sup>

Y también se ha demostrado que el shunt intrapulmonar o fisiológico se relaciona directamente con los cambios observados en la tomografía, por lo que los datos de vidrio despulido se relacionan con los cambios de en el intercambio gaseoso.<sup>(25, 26)</sup>

## **2. Justificación.**

La pandemia por COVID-19 ha mostrado ser un cambio directo en las situaciones de la salud y de la atención a nivel mundial. En particular por que la mayoría de los casos complicados, severidad o bien la mortalidad se ha relacionado de manera directa con las complicaciones pulmonares y la hipoxia generada por las pérdidas del tejido funcional. De ahí que el principal tratamiento se da en el mantenimiento de la oxigenación y la vía respiratoria.

Por lo que en este estudio se busca entender la relación en los cambios de la función pulmonar e intercambio gaseoso y el grado de severidad en las lesiones histológicas evaluables mediante imagen.

Este conocimiento ayudara a dar un mejor seguimiento a los pacientes y a su vez tener una mejor perspectiva clínica para la evaluación y tratamiento adaptado a las circunstancias de los pacientes.

### **3. Planteamiento del Problema.**

La enfermedad e COVID-19 representa una de las pandemias más importantes en los últimos tiempos, la cual se caracteriza por una evolución al daño pulmonar que condiciona la evolución y el desenlace de la enfermedad. Por lo que se ha buscado de diversas maneras poder evaluar de mejor manera y predecir el daño causado por la enfermedad de manera adecuada.

Por lo que se desea realizar evaluar de manera adecuada la predicción de la severidad de la enfermedad identificada por tomografía por la concentración de gases en sangre.

Con base en lo anterior, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Existe correlación entre el valor del shunt y la severidad de la infección por COVID-19 determinada mediante tomografía?

#### **4. Objetivo**

##### **Objetivo General.**

Se determino la correlación entre el valor del shunt y la severidad de la infección por COVID-19 identificada mediante Tomografía

##### **Objetivos Específicos**

1. Se describió a la población con diagnóstico de COVID-19
2. Se identifico el grado de severidad de la infección por COVID-19 determinado por tomografía
3. Se determino el shunt de los pacientes con COVID-19 al momento del ingreso.

#### **5. Hipótesis.**

**Ha:** Existe relación entre el shunt fisiológico y la severidad de la infección por COVID-19 determinada mediante tomografía

**Ho:** No existe relación entre el shunt fisiológico y la severidad de la infección por COVID-19 determinada mediante tomografía

## 6. Material y Métodos.

### 7.1 Tipo de Estudio:

No experimental, observacional, analítico, transversal y retrospectivo

### 7.2 Población de estudio

Se estudiaron expedientes de personas con diagnóstico de COVID-19 atendidas en el Hospital Universitario de Puebla.

### 7.3 Tamaño de muestra

Se realizó un cálculo de muestra considerando la fórmula de proporciones infinitas, con un IC de 95% y un margen de error de 5%. Se considero una incidencia de COVID-19 en México de 2.9%.<sup>(2)</sup>

$$\begin{aligned}n &= \frac{N * p * q}{(d^2)} \\n &= \frac{1.96^2 * 0.029 * 0.971}{(0.05^2)} \\n &= \frac{0.10817}{0.0025} \\n &= 43.27 \\n &= 43\end{aligned}$$

n=Muestra

N=Total de la población a estudiar

Z=Índice de riesgo deseado (para una confianza del 95%, la Z es de 1.96)

p=prevalencia del fenómeno en estudio

q= 1-p

d=precisión del estudio (5%)

## 7.4 Criterios de selección

Criterios de selección:

- Expedientes de personas con diagnóstico de COVID-19 por diagnóstico molecular
- Expedientes de pacientes con COVID-19 atendidos en el Hospital Universitario de Puebla
- Expedientes de pacientes con estudio de tomografía de tórax para estudio de COVID-19

Criterios de exclusión

- Neumopatía crónica previa,
- Cardiopatía
- Inestabilidad hemodinámica
- ERC crónica y aguda

Criterios de eliminación

- Instrumentos llenados de manera errónea o incompleta
- Instrumentos con letra ilegible

## 7.5 Definición de Variables.

| Variable                      | Definición conceptual                 | Definición operacional   | Tipo de variable      | Indicador                     |
|-------------------------------|---------------------------------------|--|-----------------------|-------------------------------|
| <b>Variable independiente</b> |                                       |  |                       |                               |
| Shunt                         | Estado de perfusión tisular           | Se calculará mediante la fórmula de shunt fisiológico con los datos obtenidos al ingreso del paciente o mas cercanos al momento de la tomografía | Cuantitativa discreta | %                             |
| <b>Variable dependiente</b>   |                                       |  |                       |                               |
| Estadaje por tomografía       | Severidad de la infección de COVID-19 | Se obtendrá de la nota medica de la tomografía   | Cualitativa ordinal   | -Leve<br>-Moderada<br>-Severa |
| <b>VARIABLES DE CONTROL</b>   |                                       |  |                       |                               |

|  |  |                                    |                       |                   |
|--|--|------------------------------------|-----------------------|-------------------|
| Edad   | Tiempo vivido por el individuo hasta el momento del estudio                    | Se obtendrá del expediente clínico | Cuantitativa discreta | Años              |
| Sexo   | Función de los órganos reproductivos al momento del nacimiento                 | Se obtendrá del expediente clínico | Cualitativa nominal   | -Hombre<br>-Mujer |
| FiO <sub>2</sub>   | Fracción inspirada de oxígeno  | Se obtendrá del expediente clínico | Cuantitativa discreta | %                 |
| Presión parcial de oxígeno                                 | Es la relación entre la presión arterial de oxígeno y la saturación de oxígeno | Se obtendrá del expediente clínico | Cuantitativa discreta | mmHg              |
| Presión parcial de dióxido de carbono (PaCO <sub>2</sub> ) | Cantidad de dióxido de carbono en sangre                                       | Se obtendrá del expediente clínico | Cuantitativa discreta | mmHg              |
| pH   | Concentración de iones H   | Se obtendrá del expediente clínico | Cuantitativa discreta | Sin unidad        |

### 7.6 Descripción General del Estudio.

El estudio se realizó en el Hospital Universitario de Puebla, para lo cual se sometió el presente estudio al comité de ética para su valoración y aprobación. Posteriormente, se realizó una revisión de los registros de radiología sobre los estudios de tomografía pulmonares pacientes de COVID-19.

Una vez identificados los casos y los expedientes, se procedió a revisarlos para extraer la información requerida para completar el estudio. Con dicha información se construyó una base de datos en Excel para realizar el análisis estadístico y construcción de los resultados.

### 7.7 Aspectos Éticos.

La Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial marca recomendaciones para orientar a los médicos en la investigación biomédica con seres humanos, adoptadas por la 18ª. Asamblea Médica Mundial Helsinki,



Finlandia, junio de 1964 y enmendadas por la 29ª. Asamblea Médica Mundial Tokio, Japón, octubre de 1975, por la 35ª. Asamblea Médica Mundial Venecia, Italia, octubre de 1983 y por la 41ª. Asamblea Médica Mundial Hong Kong en septiembre de 1989. Con el propósito de la investigación médica con seres humanos debe ser mejorar los procedimientos diagnósticos, terapéuticos y profilácticos y la comprensión de la etiología y la patogénesis de la enfermedad.

Como puntos importantes refiere:

- El diseño y la ejecución de cada procedimiento experimental en seres humanos deben formularse claramente en un protocolo experimental que debe enviarse a un comité independiente debidamente designado para su consideración, observaciones y consejos. Dicho comité debe ajustarse a las leyes y regulaciones del país en que se lleva a cabo la investigación.
- Los médicos deben abstenerse de emprender proyectos de investigación en seres humanos a menos que tengan la certeza de que los peligros que entrañan se consideran previsibles.
- Siempre debe respetarse el derecho del participante en la investigación a proteger su integridad. Deben tomarse todas las precauciones del caso para respetar la vida privada del participante y para reducir al mínimo el impacto del estudio en la integridad física y mental del participante y en su personalidad.
- Al obtener el consentimiento informado para el proyecto de investigación, el médico debe ser especialmente cuidadoso para darse cuenta si en el participante se ha formado una condición de dependencia con él o si consiente bajo coacción. En ese caso el consentimiento informado debe obtenerlo un médico que no tome parte en la investigación y que tenga completa independencia de esa relación oficial.

- En el caso de incapacidad legal, el consentimiento informado debe obtenerse del tutor legal de conformidad con la legislación nacional. Cuando la incapacidad física o mental hacen imposible obtener un consentimiento informado, o cuando el participante es menor de edad, un permiso otorgado por un pariente responsable reemplaza al del participante de conformidad con la legislación nacional.

Con base a la Ley General de Salud, en el Reglamento General de Salud en materia de Investigación para la salud en su Título V, capítulo único, cumple con las disposiciones del artículo 96, sin comprometer a seres ya que se realizará una revisión de expedientes y por lo tanto no se requiere consentimiento informado. Este protocolo será presentado al Comité Local de Investigación para su aprobación.

Los datos de cada participante guardarán todo principio de confidencialidad, sin identificar a ningún individuo en la divulgación de resultados.

#### 7.8 Recursos y Factibilidad de estudio.

##### **Recursos Físicos.**

La recolección de datos se realizará en el Hospital Universitario de Puebla con base al expediente clínico.

##### **Recursos Humanos.**

La realización del estudio estará a cargo del Residente de, y del investigador responsable.

##### **Recursos Materiales.**

Se cuenta con 1 computadora, 1 impresora y lápices.

### **Recursos Financieros.**

Al no requerir ningún procedimiento especial o técnica de laboratorio, no se generará ningún costo adicional para el desarrollo del presente proyecto. Adicionalmente, el Hospital Universitario de Puebla no invertirá en ningún procedimiento adicional a los ya realizados en los pacientes. Por lo que en el expediente clínico contiene todas las variables a estudiar; y no requerirá ningún costo adicional. Se cuenta con la factibilidad de recabar el total de la muestra estimada.

### **Factibilidad.**

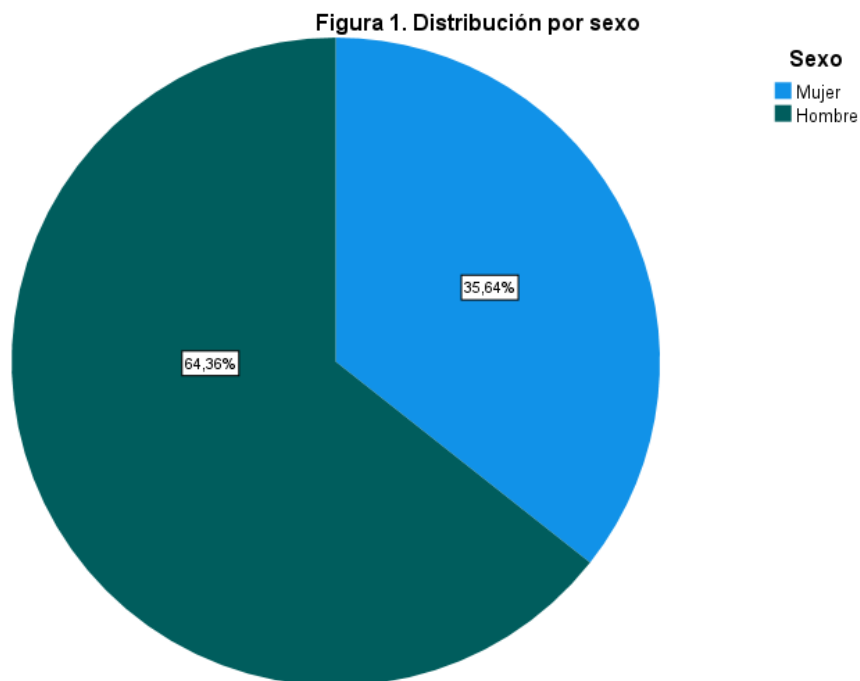
La presente investigación, es susceptible de ser realizada, ya que se cuenta con un registro de las mujeres embarazadas y los casos de COVID positivo; por lo tanto, solo se requiere acceder a los expedientes clínicos y a la extracción de la información.

## 8 ANALISIS ESTADISTICO

El análisis estadístico se llevó a cabo empleando el programa IBM SPSS v26 (USA). Los resultados fueron expresados en tablas y graficas según corresponda. Los análisis de variables cualitativos se realizaron con frecuencias y porcentajes; mientras que las variables cuantitativas fueron analizadas mediante medidas de tendencia central. Posteriormente se realizó una correlación entre los niveles del shunt y la severidad por tomografía. Se considero resultado significativo cuando  $p < 0.05$

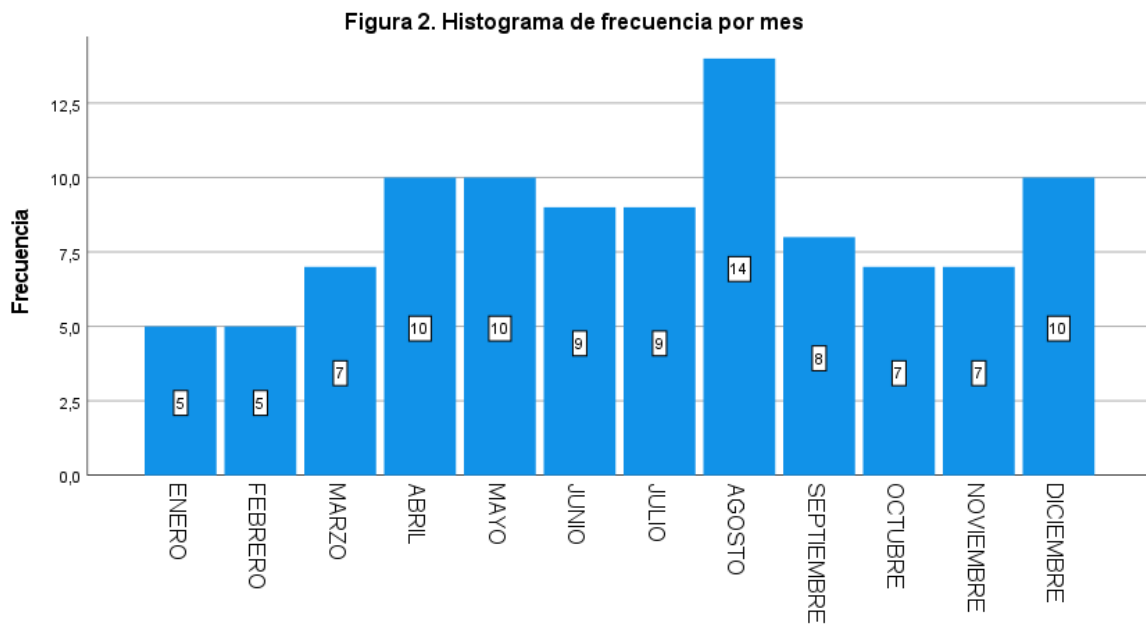
## 9 RESULTADOS

Durante el 2021 se atendieron 101 casos de COVID-19 que cumplían con los criterios de selección para el presente estudio, de los cuales 35.6% correspondieron a mujeres (n=36) y 65 hombres (64.4%) (Figura 1). Con una edad media de la población de  $49.19 \pm 12.52$  años.



En relación con la frecuencia de casos por mes se encontró que agosto fue el mes con mayor cantidad de casos con 14 (13.9%), mientras que el que presuntó menor cantidad de casos fue enero y febrero con 5 casos cada uno (5%) (Tabla 1 y Figura 2).

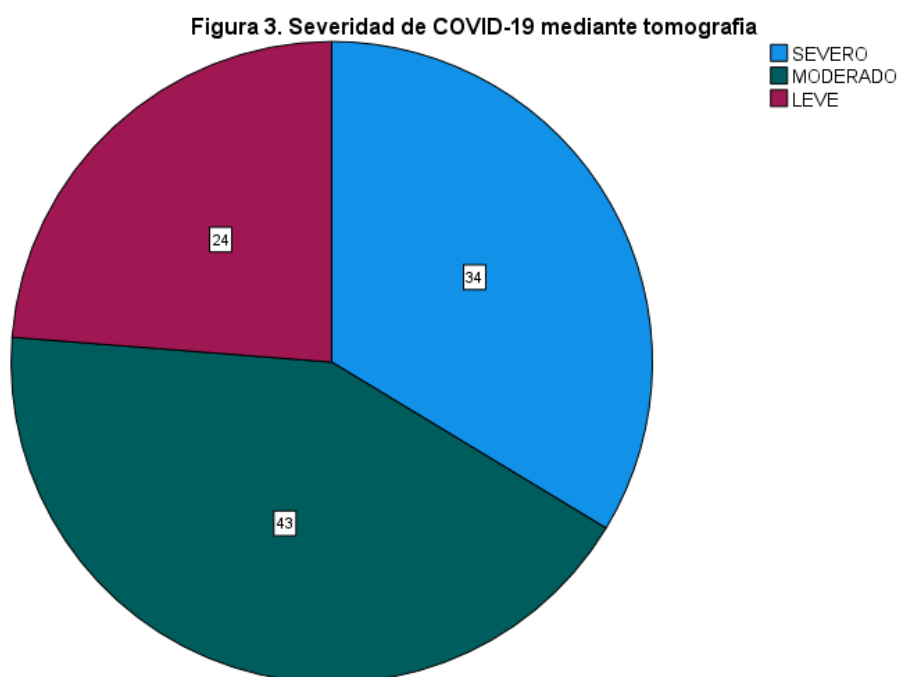
| Tabla 1. Frecuencia de casos por mes |            |            |
|--------------------------------------|------------|------------|
| Mes                                  | Frecuencia | Porcentaje |
| Enero                                | 5          | 5%         |
| Febrero                              | 5          | 5%         |
| Marzo                                | 7          | 6.9%       |
| Abril                                | 10         | 9.9%       |
| Mayo                                 | 10         | 9.9%       |
| Junio                                | 9          | 8.9%       |
| Julio                                | 9          | 8.9%       |
| Agosto                               | 14         | 13.9%      |
| Septiembre                           | 8          | 7.9%       |
| Octubre                              | 7          | 6.9%       |
| Noviembre                            | 7          | 6.9%       |
| Diciembre                            | 10         | 9.9%       |



En cuanto al análisis de las variables de pH y respiratorias, sus valores medios y desviación estándar se muestran en la tabla 2. Mientras que la medida de shunt fue de 20.51%  $\pm$ 26.91 y un rango de 4 a 170%

|                          | Media | Desviación estándar |
|--------------------------|-------|---------------------|
| pH                       | 7.4   | $\pm$ 0.04          |
| FiO <sub>2</sub> (%)     | 21    | $\pm$ 0.00          |
| PaO <sub>2</sub> (mmHg)  | 91    | $\pm$ 8.32          |
| PaCO <sub>2</sub> (mmHg) | 49    | $\pm$ 5.32          |

Mientras que al revisar la severidad de los pacientes se encontró que el 23.8% (n=24) se encontraba en grado leve, 34 casos (33.74%) severa y con mayor frecuencia los casos moderados con 43 (42.6%) (Figura 3).



Al indagar sobre la correlación entre el shunt y la severidad de COVID-19 mediante tomografía se encontró que tienen una correlación estadísticamente significativa ( $p < 0.001$ , Tau-b de Kendall). Por lo que se procedió a analizar una comparativa de las variables respiratorias entre los pacientes, agrupándolos según su severidad determinada por tomografía.

|                          | Kolmogórov-Smirnov | Leve            | Moderada        | Severa          | p       |
|--------------------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|
| Edad (años)              | 0.2                | 47.21<br>±12.15 | 46.49<br>±12.27 | 54.03<br>±12.02 | 0.02    |
| Shunt                    | <0.001             | 7.48 ±1.87      | 11.71<br>±2.73  | 17.27<br>±4.35  | <0.0001 |
| pH                       | <0.01              | 7.38 ±0.02      | 7.4 ±0.04       | 7.41 ±0.03      | 0.0217  |
| PaO <sub>2</sub> (mmHg)  | 0.047              | 80.71<br>±4.63  | 71.47<br>±4.01  | 64.41<br>±7.82  | <0.0001 |
| PaCO <sub>2</sub> (mmHg) | 0.002              | 39.25<br>±4.64  | 39.65<br>±5.86  | 41.41<br>±4.95  | 0.1332  |

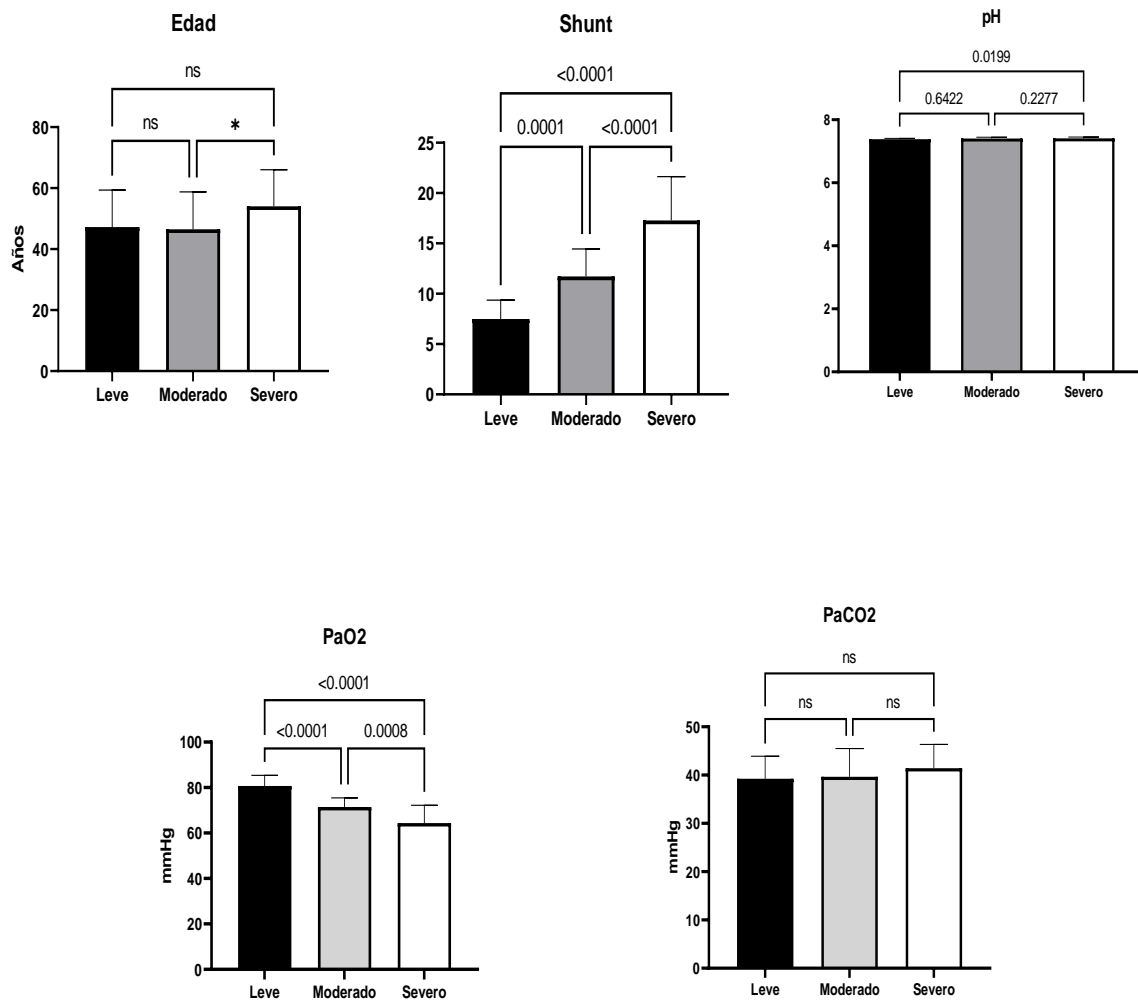
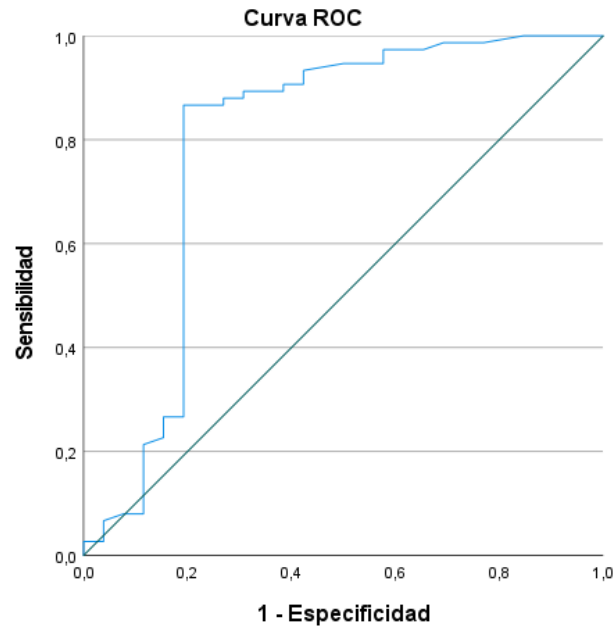


Figura 4. Comparativa de las variables pulmonares estudiadas

Con esto se buscó indagar un punto de corte del shunt pulmonar para identificar pacientes con lesiones moderadas a severas, para lo cual se realizó un cálculo de curva ROC, encontrando como punto de corte 2.9 para el shunt y considerando un a especificad mayor a 90% y una sensibilidad similar.



Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.



## 10 DISCUSIÓN

En la población estudiada se puede observar que la población es mayormente hombres, esto es algo que se ha descrito de observado en la estadística de los pacientes con COVID-19 en México; es decir, la población estudiada es representativa de las características de la población con COVID-19 en México.<sup>(27)</sup>

En relación con la edad de los pacientes hospitalizados, la edad media de la población estudiada cercana a la quinta de cada de la vida es similar a lo que se ha descrito a nivel nacional y mundial; que si bien a nivel nacional e internacional se ha descrito que la mayor incidencia de COVID-19 se da en la tercera década de la vida, la hospitalización se da hasta la quinta década similar a lo que se gas observado en la población estudiada.<sup>(28-30)</sup>

Si se toma en consideración la frecuencia por estado a nivel nacional veremos que en el 2021 se tuvo un aumento de casos en agosto como se puede observar en la población estudiada; sin embargo se tuvo un aumento en los meses de abril y mayo que es contrario a lo reportado a nivel nacional, de ahí que se sugiere revisar el comportamiento de casos a lo largo de los meses en el Hospital Universitario de Puebla para identificar si existe algún comportamiento o característica no identificada en dicha institución.<sup>(27)</sup>

Como parte de la evolución de la enfermedad de COVID-19 y la evolución de la enfermedad a nivel respiratorio pueden generar una deficiencia que requiere intubación y manejo hospitalario de las vías aéreas.<sup>(31)</sup> Dentro de lo cual se presenta una reducción de la presión de oxígeno y aumento en consecuencia de la concentración de dióxido de carbono con una tendencia a la acidosis respiratoria.<sup>(31, 32)</sup>

Estos cambios fueron vistos también en la población estudiada, ya que se puede asumir de manera directa que es el comportamiento natural de la enfermedad en relación con la función respiratoria.

Se ha demostrado de manera directa que en los casos de COVID-19 y con el daño al tejido pulmonar se presenta una deficiencia en el intercambio gaseoso, lo que favorecería un incremento en el shunt pulmonar, el cual se ha estimado en al menos 30% en dichos pacientes.<sup>(33)</sup> Lo cual se puede demostrar por el incremento significativo del shunt en los pacientes con severidad moderada a severa de COVID-19 observados en el presente estudio.

En cuanto a los valores de shunt pulmonar propuesto estos son meramente teóricos y requiere la validación de los mismos mediante el desarrollo de otros estudios especializados para ello.

## **11 CONCLUSIÓN**

Como se pudo constatar el shunt pulmonar se correlaciona significativamente con el nivel de severidad de COVID-19 por tomografía computarizada, considerando que a mayor severidad de la lesión pulmonar el shunt se incrementa significativamente.

De esta manera la sola valoración del shunt pulmonar se puede aseverar o identificar la severidad de las lesiones al parénquima pulmonar sin necesidad de una imagen tomografía evidente. Aunque cabe señalar que los valores propuestos como punto de corte son teóricos requieren de otros estudios para validarlos y considerar adecuado su uso.

También es importante señalar que el shunt pulmonar evaluado en el presente estudio solo se correlaciona con el estado pulmonar evaluado por tomografía y que es necesaria la valoración con otras escalas de severidad de la enfermedad para evaluar su correlación con severidad y mortalidad de los pacientes con COVID-19.

## 12 Bibliografía.

1. Wong MC, Javornik Cregeen SJ, Ajami NJ, Petrosino JF. Evidence of recombination in coronaviruses implicating pangolin origins of nCoV-2019. bioRxiv. 2020.
2. WHO. COVID-19 Dashboard. 2021.
3. Mathewson AC, Bishop A, Yao Y, Kemp F, Ren J, Chen H, et al. Interaction of severe acute respiratory syndrome-coronavirus and NL63 coronavirus spike proteins with angiotensin converting enzyme-2. *The Journal of general virology*. 2008;89(Pt 11):2741.
4. Salian VS, Wright JA, Vedell PT, Nair S, Li C, Kandimalla M, et al. COVID-19 Transmission, Current Treatment, and Future Therapeutic Strategies. *Mol Pharm*. 2021;18(3):754-71.
5. Wu F, Zhao S, Yu B, Chen YM, Wang W, Song ZG, et al. A new coronavirus associated with human respiratory disease in China. *Nature*. 2020;579(7798):265-9.
6. Calabrese F, Pezzuto F, Fortarezza F, Hofman P, Kern I, Panizo A, et al. Pulmonary pathology and COVID-19: lessons from autopsy. The experience of European Pulmonary Pathologists. *Virchows Archiv : an international journal of pathology*. 2020;477(3):359-72.
7. Aguiar D, Lobrinus JA, Schibler M, Fracasso T, Lardi C. Inside the lungs of COVID-19 disease. *Int J Legal Med*. 2020;134(4):1271-4.
8. Adhikari SP, Meng S, Wu YJ, Mao YP, Ye RX, Wang QZ, et al. Epidemiology, causes, clinical manifestation and diagnosis, prevention and control of coronavirus disease (COVID-19) during the early outbreak period: a scoping review. *Infect Dis Poverty*. 2020;9(1):29.
9. Kanne JP, Little BP, Chung JH, Elicker BM, Ketai LH. Essentials for radiologists on COVID-19: an update—radiology scientific expert panel. *Radiological Society of North America*; 2020.
10. Li J, Long X, Wang X, Fang F, Lv X, Zhang D, et al. Radiology indispensable for tracking COVID-19. *Diagnostic interventional imaging*. 2021;102(2):69-75.
11. Wang K, Kang S, Tian R, Zhang X, Wang Y. Imaging manifestations and diagnostic value of chest CT of coronavirus disease 2019 (COVID-19) in the Xiaogan area. *Clinical radiology*. 2020;75(5):341-7.
12. Hu X, Gou J, Guo L. Clinical features and chest CT findings of 3 cases of 2019 novel coronavirus (COVID-19) pneumonia. *Radiol Case Rep*. 2020;15(9):1609-13.
13. Zheng Q, Lu Y, Lure F, Jaeger S, Lu P. Clinical and radiological features of novel coronavirus pneumonia. *J Xray Sci Technol*. 2020;28(3):391-404.
14. Kumar S, Pujari VS, Kotak SD, Yadav SP, Someshwar VR, Raut AA. CT chest analysis of 2019 novel coronavirus pneumonia: An Indian perspective. *Indian J Radiol Imaging*. 2021;31(Suppl 1):S154-S60.
15. Jalaber C, Lapotre T, Morcet-Delattre T, Ribet F, Jouneau S, Lederlin M. Chest CT in COVID-19 pneumonia: A review of current knowledge. *Diagnostic and interventional imaging*. 2020;101(7-8):431-7.

16. Martini K, Larici A, Revel M, Ghaye B, Sverzellati N, Parkar A, et al. COVID-19 pneumonia imaging follow-up: when and how? A proposition from ESTI and ESR. *European radiology*. 2021;1-11.
17. Johnstone A. Thoracic Imaging in COVID-19 Infection. Guidance for the Reporting Radiologist.[Internet]. BSTI; 2020 mar 16.
18. Rodríguez Cortes AdP. Terapia de oxigenación con cánula de alto flujo en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda por COVID-19 atendidos en el Hospital Universitario Nacional de Colombia durante el periodo pandémico.
19. Dhont S, Derom E, Van Braeckel E, Depuydt P, Lambrecht BN. The pathophysiology of 'happy' hypoxemia in COVID-19. *Respir Res*. 2020;21(1):198-.
20. Gattinoni L, Chiumello D, Caironi P, Busana M, Romitti F, Brazzi L, et al. COVID-19 pneumonia: different respiratory treatments for different phenotypes? : Springer; 2020.
21. Braunwald E, Kasper D, Hauser S, Longo D, Jameson J, Loscalzo J. *Harrison's manual of medicine*. 19 ed: McGraw-Hill New York; 2015.
22. Fernández Fernández R. Fisiopatología del intercambio gaseoso en el SDRA. *Medicina intensiva*. 2006;30(8):374-8.
23. Arismendi E, Barberà JA. VALORACIÓN DEL INTERCAMBIO GASEOSO.
24. Kotwica A, Knights H, Mayor N, Russell-Jones E, Dassios T, Russell-Jones D. Intrapulmonary shunt measured by bedside pulse oximetry predicts worse outcomes in severe COVID-19. *European Respiratory Journal*. 2021;57(4).
25. Bosmuller H, Traxler S, Bitzer M, Haberle H, Raiser W, Nann D, et al. The evolution of pulmonary pathology in fatal COVID-19 disease: an autopsy study with clinical correlation. *Virchows Archiv : an international journal of pathology*. 2020;477(3):349-57.
26. Cronin JN, Crockett DC, Farmery AD, Hedenstierna G, Larsson A, Camporota L, et al. Mechanical Ventilation Redistributes Blood to Poorly Ventilated Areas in Experimental Lung Injury. *Crit Care Med*. 2020;48(3):e200-e8.
27. CONACyT. COVID-19 México. 2022.
28. Montelongo-Mercado EA, Noyola-Villalobos HF, García-Ruiz A, Hernández-Díaz S, Santiago-Torres M, Moreno-Delgado LF, et al. Epidemiología de los pacientes hospitalizados con COVID-19 en un hospital de tercer nivel. *Gaceta médica de México*. 2021;157(3):246-54.
29. Casas-Rojo JM, Antón-Santos JM, Millán-Núñez-Cortés J, Lumbreras-Bermejo C, Ramos-Rincón JM, Roy-Vallejo E, et al. Características clínicas de los pacientes hospitalizados con COVID-19 en España: resultados del Registro SEMI-COVID-19. *Revista Clínica Española*. 2020;220(8):480-94.
30. Lara Rivera AL, Parra Bracamonte GM, López Villalobos N. Tasas de letalidad y factores de riesgo por COVID-19 en México. *Revista Cubana de Salud Pública*. 2021;47(4).
31. Camporota L, Chiumello D, Busana M, Gattinoni L, Marini JJ. Pathophysiology of COVID-19-associated acute respiratory distress syndrome. *The Lancet Respiratory medicine*. 2021;9(1):e1.
32. Coleman MH, Aldrich JM. Acute Respiratory Distress Syndrome: Ventilator Management and Rescue Therapies. *Critical care clinics*. 2021;37(4):851-66.

33. Wagner PD, Malhotra A, Prisk GK. Using pulmonary gas exchange to estimate shunt and deadspace in lung disease: theoretical approach and practical basis. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md : 1985). 2022;132(4):1104-13.