



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE MEDICINA

Hospital General ISSSTE San Luis Potosí

Trabajo de investigación para obtener el diploma en la especialidad de  
Anestesiología

**Evaluación de la presencia de atelectasias por ultrasonido en unidad de cuidados postanestésicos en pacientes sometidos a cirugía bajo anestesia general balanceada: extubados con presión soporte vs ventilación mecánica invasiva controlada por volumen**

**Eder Jordán Durán González**

Dr. Ricardo Becerra Rodríguez  
DIRECTOR CLÍNICO

Dr. César Ulises Monjarás Ávila  
DIRECTOR METODOLÓGICO

Octubre de 2025





## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

### FACULTAD DE MEDICINA

Hospital General ISSSTE San Luis Potosí

Trabajo de investigación para obtener el diploma en la especialidad de  
Anestesiología

**Evaluación de la presencia de atelectasias por ultrasonido en unidad de cuidados postanestésicos en pacientes sometidos a cirugía bajo anestesia general balanceada: extubados con presión soporte vs ventilación mecánica invasiva controlada por volumen**

**Eder Jordán Durán González**

DIRECTOR CLÍNICO  
Dr. Ricardo Becerra Rodríguez

DIRECTOR METODOLÓGICO  
Dr. César Ulises Monjarás Ávila  
No. CVU 592561; ORCID 0000-0001-5752-8875

### SINODALES

Dr. Alberto Martínez Hernández  
Presidente

---

Dr. Juan Diego de Jesús Macías Limón  
Sinodal

---

Dr. Alvar Francisco Rodríguez Nájera  
Sinodal

---

Octubre de 2025



Evaluación de la presencia de atelectasias por ultrasonido en unidad de cuidados postanestésicos en pacientes sometidos a cirugía bajo anestesia general balanceada: extubados con presión soporte vs ventilación mecánica invasiva controlada por volumen © 2025 Por Eder Jordán Durán González. Se distribuye bajo Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International

## I. RESUMEN

Las atelectasias son una complicación respiratoria frecuente en el periodo postoperatorio, caracterizada por el colapso parcial o total de segmentos pulmonares. Su aparición se relaciona con múltiples factores, entre ellos las modalidades de ventilación asistida y las estrategias de extubación empleadas durante la emersión anestésica. El objetivo de este estudio fue evaluar la frecuencia y factores asociados al desarrollo de atelectasias en pacientes sometidos a cirugía general bajo anestesia general balanceada, comparando aquellos extubados mediante la modalidad ventilatoria de presión soporte frente a los extubados con ventilación mecánica controlada por volumen en el Hospital General ISSSTE de San Luis Potosí.

Se trata de un estudio observacional, prospectivo y descriptivo, realizado en 100 pacientes sometidos a cirugía electiva con anestesia general balanceada. Se registraron variables demográficas, clínicas y quirúrgicas, así como la modalidad de extubación. La presencia de atelectasias se determinó mediante ultrasonido torácico en el periodo postoperatorio inmediato.

Del total de pacientes, el 67% fueron mujeres y la edad promedio fue de 54.4 años. Se identificaron atelectasias en el 71% de los casos. La frecuencia de atelectasias fue menor en los pacientes extubados con presión soporte (58.3%) en comparación con aquellos sin presión soporte (82.7%,  $p=0.02$ ). En el análisis multivariado, la extubación con presión soporte se mantuvo como un factor protector independiente ( $OR$  ajustado = 0.29; IC95% 0.10–0.79;  $p=0.016$ ). Además, la edad se asoció con un mayor riesgo de atelectasias ( $OR=1.05$  por cada año adicional;  $p=0.004$ ), mientras que el sexo femenino mostró un efecto protector ( $OR=0.23$ ;  $p=0.02$ ). En conclusión, la extubación mediante presión soporte se asocia con una menor incidencia de atelectasias postoperatorias en comparación con las modalidades de extubación controladas por volumen. Estos hallazgos apoyan el uso de la presión soporte como estrategia segura y efectiva durante la extubación para reducir complicaciones respiratorias postoperatorias.

**Palabras clave:** Atelectasias postoperatorias; Ventilación mecánica; Presión soporte; Extubación; Ultrasonido pulmonar.

## **II. ÍNDICE**

I.	RESUMEN .....	1
II.	ÍNDICE.....	2
III.	LISTA DE TABLAS.....	4
IV.	LISTA DE FIGURAS .....	5
V.	LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS.....	6
VI.	LISTA DE DEFINICIONES .....	7
VII.	DEDICATORIA.....	8
VIII.	AGRADECIMIENTOS .....	9
1.	ANTECEDENTES .....	10
1.1	INTRODUCCIÓN .....	10
1.2	DEFINICIÓN DE ATELECTASIAS.....	11
1.3	FISIOPATOLOGÍA DE LAS ATELECTASIAS.....	11
1.4	TIPO DE ATELECTASIAS.....	12
1.5	MODALIDADES DE VENTILACIÓN .....	13
1.5.1.	<i>Ventilación de soporte.</i> .....	14
1.5.2.	<i>Ventilación mecánica .....</i>	15
1.6	DIAGNÓSTICO DE LAS ATELECTASIAS.....	15
2.	JUSTIFICACIÓN .....	18
3.	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	19
4.	HIPÓTESIS .....	19
5.	OBJETIVOS .....	19
5.1	OBJETIVO GENERAL .....	19
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
6.	SUJETOS Y MÉTODO .....	20
6.1.	DISEÑO Y TIPO DE ESTUDIO .....	20
6.2	POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	20
6.3	UNIVERSO DE TRABAJO .....	20
6.4	CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	20
6.4.1	<i>Criterios de inclusión .....</i>	20
6.4.2	<i>Criterios de exclusión .....</i>	20
6.4.3	<i>Criterios de eliminación.....</i>	20
6.5	DESCRIPCIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES .....	21
7.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	22
7.1	CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA .....	23
8.	ÉTICA .....	23
9.	RESULTADOS.....	25
10.	DISCUSIÓN .....	29
11.	LIMITACIONES Y/O NUEVAS PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN .....	31
12.	CONCLUSION.....	31

<b>13.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>32</b>
<b>14.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>35</b>
14.1	ANEXO 1. CARTA DE ACEPTACIÓN DEL PROTOCOLO POR EL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN .....	35
14.2.	ANEXO 2. CARTA DE ACEPTACIÓN DEL PROTOCOLO POR EL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN .....	36
14.3.	ANEXO 3. CONSENTIMIENTO INFORMADO .....	37

### III. LISTA DE TABLAS

	Página
<b>Tabla 1.</b> Variables operacionables.....	22
<b>Tabla 2.</b> Datos demográficos y clínicos de los pacientes.....	25
<b>Tabla 3.</b> Asociación entre presión soporte y atelectasias postoperatorias....	27
<b>Tabla 4.</b> Factores asociados al desarrollo de atelectasias postoperatorias...	28

#### IV. LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1.</b> Prevalencia de atelectasias en pacientes extubados mediante presión soporte vs. sin presión soporte.....	26
<b>Figura 2.</b> Lugar de atelectasias en ambos grupos de estudio.....	29

## V. LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

- **FiO<sub>2</sub>**: Fracción de Oxígeno Inspirada
- **IMC**: Índice de Masa Corporal
- **ISSSTE**: Instituto de Seguridad y Servicio Social de los Trabajadores del Estado
- **PS**: presión de soporte
- **VCV**: ventilación controlada por volumen
- **CSD**: cuadrante superior derecho
- **CSI**: cuadrante superior izquierdo
- **CID**: cuadrante inferior derecho
- **CII**: cuadrante inferior izquierdo
- **PO**: postoperatorio

## VI. LISTA DE DEFINICIONES

- **Presión soporte:** es una de las modalidades asistidas-controladas con presión positiva en la que el paciente activa cada respiración, La PSV se puede administrar con ventilación mecánica a invasión mediante intubación endotraqueal o no invasiva ( a través de una mascarilla facial completa o nasal)
- **Sin presión soporte:** Cualquier modo ventilatorio mandatorio que este ciclado por volumen y limitado por flujo y mantenga al paciente con total control del ciclo respiratorio mediante uso de farmacos.

## **VII. DEDICATORIA**

A mi Madre ... eterna compañera de viaje y mi mas fiel amiga, nos hemos encontrado en muchas vidas y hemos aprendido a caminar solos, gracias por esta nueva aventura, espero podamos seguir encontrandonos y fundiendonos entre las estrellas.

A mi Abuelo... gracias por siempre prestarle tu tiempo y sabiduria a ese niño inquieto que no sabia como comerse al mundo, por ti estoy hoy, donde estoy, te abrazo al universo alla donde quiera que estes, sabes que te amo. Te lo prometi.

Al niño que habita en mi... que aprendio a crecer y a imaginar el mundo en soledad, que solia pensar que sus limitaciones y sueños eran solo pensamientos que no podian entrelazarse como el viento para alcanzar las estrellas, hoy estas aquí, lo logramos.

## VIII. AGRADECIMIENTOS

Antes que todo, agradezco a **DIOS** y al universo, por darme siempre fuerzas para continuar en lo adverso, por guiarme en el camino de lo prudente y darme sabiduría para mejorar día a día mi quehacer profesional.

Al mismo tiempo quiero agradecer sinceramente a mi asesor de tesis. Dr. Ricardo Becerra Rodríguez, su esfuerzo y dedicación.

A mis adscritos y Maestros, en especial a Dra. Verónica Chávez Macías, Dra Eloisa Ríos Obregón, Dr. Alberto Martínez Hernández, quienes me formaron, me han apoyado y han sido mi pilar y apoyo durante este proceso, sin ustedes no sería el profesionista que hoy considero que soy.

A mi asesor metodológico, Dr. Cesár Ulises Monjarás, gracias por tu paciencia, por tu tiempo y por llevarme de la mano en un camino tan maravilloso y complejo como es la investigación, sin ti esta tesis no estaría culminada, admiro y valoro tu profunda pasión por despertar en cada trabajo y alumno, esa llama de amor y constancia en el ámbito de la búsqueda por la verdad en el área de la ciencia.

Sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación como investigador.

Ustedes han inculcado en mí un sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico sin los cuales no podía tener una formación completa en mi profesión.

Lo antes mencionado ha sido capaz de ganarse mi lealtad y admiración, así como sentirme en deuda con ustedes por todo lo recibido durante el periodo de tiempo que duro mi formación y por ende, esta tesis.

## **1. ANTECEDENTES**

### **1.1 Introducción**

Las atelectasias son una complicación pulmonar frecuente en pacientes sometidos a ventilación mecánica asistida, especialmente en el contexto postquirúrgico y en unidades de cuidados intensivos. Estas alteraciones pueden comprometer el intercambio gaseoso, prolongar la necesidad de soporte ventilatorio y aumentar el riesgo de complicaciones como la neumonía asociada a la ventilación mecánica y el síndrome de dificultad respiratoria aguda. La identificación temprana y el manejo adecuado de las atelectasias son fundamentales para optimizar los resultados clínicos y reducir la morbilidad en estos pacientes(1).

La evaluación por ultrasonido pulmonar ha emergido como una herramienta diagnóstica altamente sensible y específica para la detección de atelectasias. A diferencia de la radiografía de tórax y la tomografía computarizada, el ultrasonido permite una valoración en tiempo real, sin exposición a radiación ionizante y con la posibilidad de realizarse a la cabecera del paciente. Su aplicación en la monitorización pulmonar ha demostrado ser útil para evaluar la respuesta a maniobras de reclutamiento y cambios en la estrategia ventilatoria (1).

En la práctica clínica, existen diferentes modalidades de ventilación mecánica que pueden influir en la aparición y resolución de las atelectasias. La ventilación mecánica controlada en sus diferentes modalidades es ampliamente utilizada en pacientes críticos, mientras que la ventilación con presión de soporte limitada a presión y ciclada por flujo ha sido propuesta como una alternativa para mejorar la aireación pulmonar y prevenir el colapso alveolar. Sin embargo, la evidencia comparativa sobre la incidencia y evolución de atelectasias entre estos dos enfoques ventilatorios es limitada (2).

Este protocolo tiene como objetivo evaluar y comparar la presencia de atelectasias mediante ultrasonido pulmonar en pacientes sometidos a ventilación

mecánica invasiva versus aquellos con emersión mediante ventilación con presión soporte. A través de un estudio prospectivo y observacional, se pretende generar evidencia que contribuya a la optimización de las estrategias ventilatorias que contribuyan a una mejor emersión anestésica del modo ventilatorio elegido y al desarrollo de recomendaciones basadas en hallazgos ultrasonográficos. La implementación de este protocolo no solo permitirá mejorar la identificación temprana de atelectasias, sino que también podría guiar intervenciones terapéuticas dirigidas a reducir complicaciones pulmonares en pacientes críticos y postquirúrgicos (2).

## **1.2 Definición de atelectasias**

Las atelectasias se pueden definir como el colapso parcial o completo del pulmón o de una sección del mismo, es un problema clínico común que se presenta en pacientes, especialmente después de una cirugía o en aquellos con reposo prolongado en cama (1). Se ha reportado que hasta en 90% de los pacientes sometidos a anestesia general pueden presentar atelectasias (3). Sin embargo, la incidencia de atelectasias puede variar dependiendo del tipo de entubación, ya que se ha reportado en pacientes en el área de cuidados postoperatorios, una menor incidencia en el grupo de presión soporte en comparación con el grupo de control (soporte de presión vs. control, 16 de 48 (33%) vs. 28 de 49 (57%); riesgo relativo, 0,58; IC del 95% 0,35 a 0,91; P= 0,024)(4).

## **1.3 Fisiopatología de las atelectasias**

Su formación depende de las variaciones en la presión que se ejerce en las paredes bronquiales y alveolares; ya que la presión que se ejerce de manera regular permite o favorece que se mantenga dicha presión. Es decir, el equilibrio de la presión dada por la presión de fluido, tensión de sujeción y tensión superficial es lo que mantiene la vía aérea permeable y la variación de algún factor antes mencionado generaría una variación tal que induciría el colapso (2). Adicionalmente, en procesos como la anestesia general, ventilación mecánica y procesos quirúrgicos torácicos se generan diversos factores biofísicos que promueven cambios en dichos factores físicos. Dentro de estos procesos se encuentra el incremento de la presión pleural, disminución de la presión alveolar

y cambios en el surfactante; generando cambios continuos o intermitentes en la presión (5).

Aunque como ya se comentó existen ciertos factores asociados al desarrollo de las mismas como lo es la anestesia y la ventilación mecánica, existen también ciertos factores que pueden contribuir a la presencia o desarrollo de las atelectasias. Estos se clasifican de la siguiente manera (5):

- Relacionados al paciente: IMC superior 25, tamaño de las vías aéreas, inflamación pulmonar, edema pulmonar, disfunción muscular y diafragmática, hipertensión abdominal y aspiración crónica. También se debe considerar comorbilidades como la infección o el tabaquismo (6,7).
- Relacionadas a la anestesia: Disfunción diafragmática por anestesia profunda, bloqueo neuromuscular o bloqueo del nervio frénico, FiO<sub>2</sub> alto, óxido nítrico, volumen Tidal bajo, bloqueo neuromuscular inadecuado, sobrecarga de fluidos o daño pulmonar agudo.
- Relacionadas a la cirugía: posición del cuerpo, neumoperitoneo, ventilación pulmonar, duración de la cirugía, procedimientos torácicos (5).

#### 1.4 Tipo de atelectasias

Tras el colapso las atelectasias pueden ser catalogadas en dos tipos: obstructivas o no obstructivas; aunque en ambos casos se presentó para su desarrollo un incremento de la presión pleural, disminución del flujo alveolar y cambios en el surfactante. Aunque de manera específica (1):

- **Obstructivas:** se impide el acceso del aire hacia los alveolos, el aire distal a la obstrucción se reabsorbe desde los alvéolos no ventilados; esto provoca el colapso de las vías respiratorias. En el cálculo son más susceptibles los niños y relacionado a tumores intratorácicos, tapones mucosos, cuerpos extraños o un incremento de FiO<sub>2</sub>.
- **No obstructivas:** Originadas por mecanismos no obstructivos y relacionada por aumento de la presión como la efusión pleural, neumotórax, distensión abdominal o tumores que causen la compresión. Como situación adicional se debe considerar el surfactante que ante una alteración reduce la tensión alveolar.
- **Especiales:** Estas se presentan dentro de las 72 horas posteriores a la

culminación del procedimiento operatorio en pacientes que hayan sido sometidos a anestesia general; las cuales resultan ser de tipo mixto al presentar mecanismos obstructivos y no obstructivos.

Por lo anterior se refuerza el hecho de que la atelectasia suelen presentarse de manera común en personas que han sido inmovilizadas y sometidas a ventilación mecánica, lo que incluye a los pacientes atendidos en la Unidad de Terapia Intensiva y a procesos de anestesia general (1). Teniendo que las atelectasias se presentan en las regiones declives de los pulmones dentro de los cinco minutos posteriores a la inducción de la anestesia y presentándose que la base de pulmón colapsa hasta en 15-20% durante la anestesia sin que esto implique complicaciones anestésicas o neumológicas mayores (1).

También es importante considerar que la presencia de dolor se ha relacionado con el desarrollo de atelectasias al inducir respiración superficial y de manera simultánea el manejo de opioides para el control de dolor también se ha asociado con inducir depresión, inhibición de la tos y finalmente al desarrollo de atelectasias (5).

Empero, tema aparte es cuando se presenta la necesidad de brindar suplemento de oxígeno a paciente mediante ventilación mecánica, esto por que como tal dicho procedimiento es capaz de generar efectos fisiológicos considerables y que por consiguiente pueden generar cambios en la presión que conlleven a el colapso pulmonar (8). Además que cuando se presenta una atelectasia y no es posible resolverlo de manera rápida, se pueden presentar complicaciones tales como la neumonía o fallos respiratorios importantes (9). Incluso la falta de diagnóstico y tratamiento oportuno altera el resultado y control de los pacientes, condicionándoles a complicaciones severas (10).

### **1.5 Modalidades de Ventilación**

Dentro de las modalidades de ventilación se tienen las convencionales como la presión soporte y tenemos otro tipo de apoyo de ventilación que es la de tipo controlada por volumen o presión (11).

### **1.5.1. Ventilación de soporte**

La ventilación con presión de soporte es importante si se considera que es una de las modalidades asistidas-controladas con presión positiva en la que el paciente activa cada respiración, La PSV se puede administrar con ventilación mecánica a invasión mediante intubación endotraqueal o no invasiva (a través de una mascarilla facial completa o nasal) teniendo como parámetros Fr, presión de conducción ( $\text{cmH}_2\text{O}$ ), PEEP, siendo una configuración útil en ventilación para el destete de la ventilación invasiva, El volumen corriente (mL) suministrado depende del flujo y la duración de la fase inspiratoria, en el caso de la ventilación perioperatoria al ser un periodo breve al que el paciente está expuesto a la ventilación, este modo ventilatorio nos permite realizar una progresión ventilatoria gradual de la mano con él, agente halogenado que nos permita el inicio de la respiración espontánea en el paciente permitiendo una extubación (retiro del tubo) lo más fisiológica y parecida a la ventilación espontánea, caso contrario con la ventilación mecánica invasiva controlada por volumen en donde el paciente puede ser interrumpido de manera abrupta y ser pasado a ventilación manual intermitente y/o apnea para que mediante el  $\text{CO}_2$ , el paciente inicie por sí mismo y con esfuerzo a presión negativa, el ciclo de ventilación espontánea para su emisión de la anestesia general balanceada; por lo que debería usarse este tipo de ventilación hasta en 90% de los pacientes, ya que cuando se usa y se retira la ventilación mecánica, evita la fatiga diafragmática y disminuye el porcentaje de asincronía (12).

La ventilación soporte es un tipo de modalidad asistida, limitada a presión, ciclada por flujo, donde disminuye la frecuencia respiratoria y aumenta el volumen circundante; mientras que la modalidad controlada por volumen o presión es como tal la colocación de una cánula que suministrar oxígeno directo a las vías respiratorias (9).

Esta ventilación tiene tres retos principales que es mantener una buena oxigenación, evitar la sobre distensión y reducir al mínimo las atelectasias. Por lo que se basa de manera directa en el control de la oxigenación para mantener la distensión de manera adecuada y sin llegar al colapso (atelectasias) (13).

### **1.5.2. Ventilación mecánica**

En caso de la ventilación mecánica la presencia de complicaciones puede presentarse hasta en 25% de los casos al presentarse más de una complicación por paciente; y estas se presentan como consecuencia de la manipulación de la vía aérea, la presión positiva administrada, el manejo de oxígeno, entre otras. Si bien existe diferencia en las frecuencias con que se presentan las complicaciones de la ventilación mecánica en los grupos etarios, sin lugar a dudas las atelectasias se presentan entre los primeros lugares de complicaciones (14). En los neonatos se ha identificado como la complicación más frecuente al presentarse en hasta un 35% de los neonatos que se expusieron a ventilación mecánica (14,15).

Sin embargo, en adultos la situación es sumamente parecida ya que se ha reportado que hasta el 38% de los casos con ventilación mecánica presentan complicaciones asociadas a la ventilación mecánica. Dentro de estas se puede presentar entre los primeros lugares las atelectasias, esto derivado de mecanismos de sobre distención alveolar y apertura y cierre de unidades pulmonares (16,17).

También es importante mencionar que en los casos de ventilación mecánica existen factores como la obesidad pueden condicionar a un aumento del riesgo de las atelectasias, mostrando que el control de las atelectasias en caso de la ventilación mecánica es influenciado por múltiples factores (18).

Es importante señalar que las atelectasias se presentan principalmente en el lóbulo derecho medio y en el lóbulo medio inferior; acompañado principalmente de tos seca y fiebre; esto en compañía de síntomas asociados a las comorbilidades (19).

### **1.6 Diagnóstico de las atelectasias**

Más allá del cuadro clínico que se genera, la atelectasia se evalúa típicamente por estudios de imagen. Como primera herramienta se tiene el uso de la radiografía, en la cual se muestran zonas de atenuación, y donde se encuentre una mayor opacidad es que sean zonas más frecuentes de atelectasia (1,20).

De igual manera como se usa la radiografía, es posible implementar la tomografía computarizada para el análisis de las atelectasias; siendo esta herramienta la prueba Gold estándar para la determinación del colapso alveolar donde valores de -100 a +100 unidades Hounsfield se considera como un pulmón que no está recibiendo aire (19). Mientras que la resonancia magnética siendo una técnica no ionizada que permite diagnosticar y cuantificar la atelectasia mediante el uso de imágenes T1 y T2 (9,21).

En cuanto al uso de ultrasonido se ha reportado son pocos los estudios clínicos realizados donde se ha usado dicha técnica como prueba de identificación de las atelectasias; estos han mostrado al menos una sensibilidad de 95%; por lo que se puede emplear de manera segura para el diagnóstico de las atelectasias (22). De hecho la implementación del ultrasonido es algo reciente, esto gracias a su practicidad, costo y accesibilidad; mostrando hasta el momento buenos resultados en la valoración de atelectasias en pacientes adultos y pediátricos; de hecho la implementación del ultrasonido es algo reciente, esto gracias a su practicidad, costo y accesibilidad (22–24); mostrando hasta el momento buenos resultados en la valoración de atelectasias en pacientes adultos y pediátricos, tal es el caso de un estudio realizado por el grupo de Ullman N. en pacientes pediátricos con enfermedades neuromusculares, mostrando una sensibilidad 100%, especificidad 85.7%, un valor predictivo negativo 100%, y un valor predictivo positivo: 86.6% (25). El estudio realizado por Huang D. y colaboradores valora la presencia de consolidaciones pulmonares y atelectasias en 66 pacientes sometidos a cirugía cardíaca, donde el USG detectó atelectasias en 59 pacientes, con 2 falsos positivos y 3 falsos negativos, lo que arrojó una sensibilidad diagnóstica del 95% y una especificidad del 66.7% (26).

De manera específica se ha evaluado que el ultrasonido para valorar las atelectasias en el perioperatorio ha mostrado un desempeño confiable en la atelectasia postoperatoria, con una sensibilidad del 87.7%, una especificidad del 92.1% y una precisión diagnóstica del 90.8%; además de que existe una buena relación interobservadores con una kappa=0.93 ( $p=<0.0001$ ) (27).

Las atelectasias son una complicación asociada a una alteración de la distensión de los alvéolos por lo que cualquier intervención que se realice en torno de la función respiratoria tendrá un efecto total en la presencia o desarrollo de comorbilidades (18). Las cuales se presentan por diversos mecanismos, mismas que se presentan hasta en un 36% de los pacientes sometidos a ventilación asistida pero que varía según la técnica empleada (1). Sin embargo, la valoración tradicional implica trasladar al paciente a ser sometido a tomografía, con los costes y retos que implica; por lo que se ha planteado recientemente el uso de ultrasonido para su valoración. Estos estudios han mostrado un buen nivel de sensibilidad y especificidad; empero pocos estudios se han realizado de valoración de atelectasias con ultrasonido y de igual manera casi nulas las valoraciones comparativas entre técnicas de ventilación y su impacto en la generación de atelectasias (22–24). Y por consiguiente es necesario indagar y conocer que técnica está asociada con un mayor desarrollo de atelectasias.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Las atelectasias representan una complicación significativa en el manejo de la vía aérea, siendo una causa relevante de deterioro respiratorio en pacientes hospitalizados. Se ha determinado que su aparición depende de múltiples factores, incluyendo la duración de la ventilación mecánica, el tipo de anestesia y la condición basal del paciente. Estudios recientes han indicado que la atelectasia puede presentarse hasta en un 36% de los casos sometidos a ventilación mecánica (1,16,17). Esta alta incidencia resalta la necesidad de contar con estrategias de diagnóstico oportunas y métodos de prevención más efectivos, como la evaluación mediante ultrasonido pulmonar, que ha demostrado ser una herramienta útil en el monitoreo continuo de la aireación pulmonar.

El presente estudio busca determinar la prevalencia de atelectasias y sus características clínicas, así como comparar qué técnica ventilatoria se asocia con un mayor riesgo de desarrollar esta complicación. Además, los resultados obtenidos podrían fundamentar cambios en las estrategias de manejo ventilatorio, favoreciendo la implementación de intervenciones más eficaces para la prevención y resolución de atelectasias en pacientes sometidos a ventilación asistida.

Este estudio es viable desde una perspectiva logística y operativa. Se cuenta con una población de pacientes adecuada para la recolección de datos, lo que permitirá obtener una muestra representativa. Además, el equipo de investigación está compuesto por profesionales con experiencia en ventilación mecánica, evaluación por ultrasonido pulmonar y análisis de complicaciones respiratorias. Asimismo, los recursos técnicos y humanos disponibles garantizan la correcta implementación del protocolo y la obtención de resultados confiables. La factibilidad del estudio también se ve respaldada por la infraestructura hospitalaria y la disponibilidad de equipos de ultrasonido que permiten la monitorización no invasiva de la función pulmonar.

### **3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Existe diferencia entre la presencia de atelectasias identificadas por ultrasonido en la unidad de cuidados posanestésicos en pacientes sometidos a cirugía general bajo anestesia general balanceada extubados con presión soporte vs ventilación mecánica invasiva controlada por volumen en el Hospital General ISSSTE San Luis

### **4. HIPÓTESIS**

Existe diferencia entre la frecuencia de atelectasias en los pacientes sometidos a cirugía con anestesia general balanceada extubados con presión soporte vs ventilación mecánica invasiva en modo controlado por volumen.

### **5. OBJETIVOS**

#### **5.1 Objetivo general**

Evaluar la frecuencia de atelectasias de pacientes sometidos a cirugía general bajo anestesia general balanceada extubados con modalidad ventilatoria en presión soporte en comparación con ventilación mecánica en modalidad controlada por volumen en el Hospital General ISSSTE San Luis Potosí durante el 2025.

#### **5.2 Objetivos específicos**

1. Identificar pacientes que fueron extubados con modalidad presión soporte y ventilación mecánica invasiva con modalidad controlada por volumen.
2. Describir las características clínicas y quirúrgicas de los pacientes extubados a presión soporte y ventilación mecánica invasiva con modalidad controlada por volumen.
3. Identificar la frecuencia de las atelectasias en pacientes mediante presión soporte y ventilación mecánica invasiva controlada por volumen.
4. Describir si existe una correlación de las atelectasias en pacientes extubados mediante presión soporte y ventilación mecánica invasiva controlada por volumen

## **6. SUJETOS Y MÉTODO**

### **6.1. Diseño y tipo de estudio**

Estudio observacional, analítico y prospectivo.

### **6.2 Población de estudio**

La población para estudiar son pacientes sometidos a cirugía general bajo anestesia general balanceada extubados con presión soporte vs ventilación mecánica convencional controlada por volumen.

### **6.3 Universo de trabajo**

El universo para estudiar serán pacientes sometidos a cirugía general bajo anestesia general balanceada en el Hospital General del ISSSTE en San Luis Potosí.

### **6.4 Criterios de selección**

#### **6.4.1 Criterios de inclusión**

- Pacientes mayores de 18 años
- Pacientes atendidos en el Hospital General ISSSTE San Luis Potosí
- Pacientes sometidos a presión soporte vital o ventilación mecánica invasiva modalidad controlada por volumen.
- Pacientes sometidos a cirugía general
- Pacientes ASA I o II

#### **6.4.2 Criterios de exclusión**

- Pacientes con diagnóstico de atelectasias previo a la ventilación
- Pacientes donde el anestesiólogo haya usado maniobras de reclutamiento alveolar
- Pacientes con patología pulmonar previa
- Pacientes con antecedentes de tabaquismo registrado

#### **6.4.3 Criterios de eliminación**

- Expedientes incompletos

## 6.5 Descripción operacional de las variables

**Tabla 1. Variables operacionables**

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Indicador
<b>Variable independiente</b>				
		Se obtendrá de la revisión del expediente clínico, para identificar el método referido por el anestesiólogo	Cualitativa nominal	Presión soporte No presión soporte
<b>Variable dependiente</b>				
Atelectasias	Colapso o perdida de volumen pulmonar observable por ultrasonido	Se obtendrá de la identificación de líneas B en el ultrasonido pulmonar	Cualitativa nominal	Si No
<b>Variables de confusión y universales</b>				
Edad	Años vividos por el paciente al momento de la evaluación	Se obtendrá de la revisión del expediente clínico	Cuantitativa discreta	Número de años
Sexo	Función de los órganos sexuales al momento de nacimiento	Se obtendrá de la revisión del expediente clínico	Cualitativa nominal	Hombre Mujer
Tipo de cirugía	Procedimiento quirúrgico realizado para una acción específica	Se obtendrá de la revisión del expediente clínico	Cualitativa nominal	Abdominal Gastroenterología General Ginecología Maxilofacial Neurocirugía Oncología Otorrinolaringología Traumatología Urología Vascular

Lugar de las atelectasias	Ubicación anatómica de las atelectasias	Se obtendrá de la revisión del expediente clínico	Cualitativa nominal	CSD CSI CII CID
Dolor	Experiencia sensorial y emocional desagradable que el cuerpo produce como señal por enfermedad, lesión y/o daño potencial	Se obtendrá de la revisión del expediente clínico	Cualitativa nominal	Si No
Obesidad	Enfermedad crónica por exceso de grasa corporal medida por índice de masa corporal.	Se obtendrá de la revisión del expediente clínico	Cualitativa nominal	Si No

## 7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis estadístico descriptivo de las variables incluidas en el estudio. Las variables cuantitativas se expresaron como media y desviación estándar, mientras que las variables categóricas se presentaron en frecuencias absolutas y porcentajes. Las comparaciones entre grupos para variables categóricas se efectuaron mediante la prueba de Chi cuadrada ( $\chi^2$ ). Posteriormente, se aplicó un modelo de regresión logística multivariable con el objetivo de identificar la influencia independiente de las variables sobre la aparición de atelectasias postoperatorias, obteniendo los valores de Odds Ratio (OR) e intervalos de confianza al 95% (IC95%). Se consideró un valor de  $p \leq 0.05$  como estadísticamente significativo. Todos los análisis fueron realizados utilizando el programa GraphPad Prism®, versión 10.0.

## **7.1 Cálculo del tamaño de la muestra**

Se dispuso de datos crudos de la población atendida en el Hospital General ISSSTE San Luis Potosí, específicamente del número real de pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos bajo anestesia general y elegibles para el estudio.

Con esta información se calculó el tamaño de muestra, considerando:

- Nivel de confianza: 95% ( $\alpha = 0.05$ )
- Poder estadístico: 80% ( $\beta = 0.20$ )
- Proporción esperada de atelectasia en el grupo control:  $p_1 = 0.30$
- Proporción esperada en el grupo intervención:  $p_2 = 0.15$
- Diferencia absoluta para detectar ( $\Delta$ ): 15%

### **Fórmula (comparación de dos proporciones, 1:1)**

$$n_{\text{por grupo}} = \frac{\left[ Z_{\alpha/2} \sqrt{2\bar{p}(1-\bar{p})} + Z_{\beta} \sqrt{p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2)} \right]^2}{(p_1 - p_2)^2}, \quad \bar{p} = \frac{p_1 + p_2}{2}$$

Con  $Z_{\alpha/2} = 1.96$  y  $Z_{\beta} = 0.84$  para 80% de poder.

El tamaño de muestra resultante fue de 121 pacientes por grupo (242 en total). Posteriormente, se ajustó en un 10% adicional por posibles pérdidas, quedando en 134 pacientes por grupo (268 en total), en un periodo total de reclutamiento de 10 meses. Sin embargo, este protocolo establece un periodo de junio a octubre, por lo que el número de pacientes por grupo es de 54, y en total es 108 pacientes.

Por lo anterior, y con el objetivo de mantener la factibilidad y la calidad metodológica del estudio, se tomó una muestra de 50 pacientes por grupo, lo cual permitió completar el reclutamiento en tiempo y forma.

## **8. ÉTICA**

El presente estudio se realizó conforme a lo establecido en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud vigente en México. De acuerdo con el Artículo 17, la investigación se clasifica como de

riesgo mínimo, ya que la intervención realizada —el ultrasonido torácico— corresponde a un procedimiento diagnóstico habitual, no experimental y sin repercusiones para la salud de los participantes.

En cumplimiento del Título Segundo, Capítulo I, relativo a los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos, se garantizó en todo momento el respeto a la dignidad, los derechos y el bienestar de los sujetos de estudio. De acuerdo con el Artículo 13, se aseguró la confidencialidad y privacidad de los datos, empleando únicamente números o siglas para la identificación de los participantes.

El estudio fue conducido por un profesional de la salud calificado, con la formación y experiencia requeridas, conforme al Artículo 14 del mismo reglamento. Asimismo, se contó con los recursos humanos y materiales necesarios para garantizar la seguridad de los pacientes y el adecuado desarrollo del estudio.

El protocolo fue sometido a evaluación y obtuvo dictamen favorable de los Comités de Ética e Investigación correspondientes, documentos que se anexan a esta tesis (ANEXO 1 y ANEXO 2).

Finalmente, la información obtenida se mantuvo resguardada y codificada con la intención de proteger la privacidad de los participantes. Para participar en el estudio, se solicitó a los participantes la firma de un consentimiento informado donde se explicaba que la investigación no conllevaba ningún riesgo, que no se iba a modificar en ningún momento su tipo de anestesia y que esto tampoco repercutiría en la planeación quirúrgica (ANEXO 3).

## 9. RESULTADOS

Se incluyeron un total de 100 pacientes en este estudio. De los cuales la edad promedio fue de 54.4 años (DE 16.6), con predominio del sexo femenino (67%), mientras que los hombres representaron el 33%. Todos los pacientes se sometieron a anestesia general balanceada para diferentes procedimientos, los cuales fueron clasificados según la especialidad médica (Tabla 2). La cirugía general la más frecuente (27%) seguido de la cirugía oncológica (16%) y neurocirugía (13%). En cuanto a las comorbilidades estudiadas, el 25% de los pacientes presentó obesidad y el 23% refirió dolor durante el periodo postoperatorio inmediato.

**Tabla 2. Datos demográficos y clínicos de los pacientes**

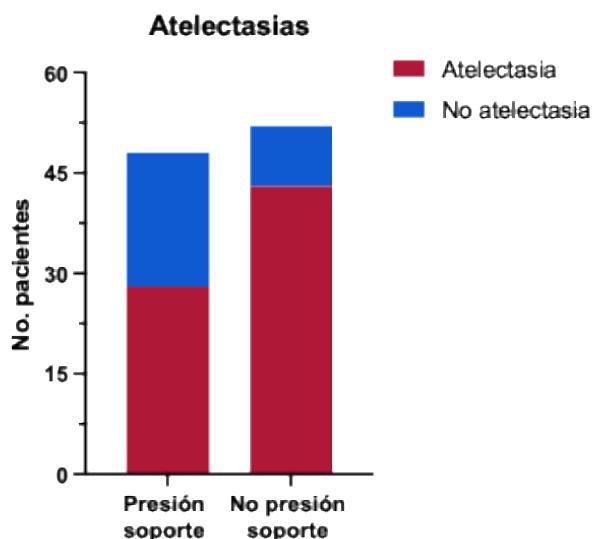
Característica	No. Pacientes (%)
<b>Edad</b>	54.43 ± 16.63
<b>Sexo</b>	
<i>Masculino</i>	33 (33%)
<i>Femenino</i>	67 (67%)
<b>Tipo de cirugía</b>	
<i>Abdominal</i>	1 (1%)
<i>Gastroenterología</i>	4 (4%)
<i>General</i>	27 (27%)
<i>Ginecología</i>	8 (8%)
<i>Maxilofacial</i>	1 (1%)
<i>Neurocirugía</i>	13 (13%)
<i>Oncología</i>	16 (16%)
<i>Otorrinolaringología</i>	8 (8%)
<i>Traumatología</i>	12 (12%)
<i>Urología</i>	9 (9%)
<i>Vascular</i>	1 (1%)
<b>Extubación por Presión</b>	48 (48%)
<b>Soporte</b>	
<b>Atelectasias</b>	71 (71%)
<b>Comorbilidades</b>	
<i>Obesidad</i>	25 (25%)
<i>Dolor en PO</i>	23 (23%)

Del total de pacientes sometidos a anestesia general, 48 (48%) pacientes fueron extubados por la modalidad de presión soporte, mientras que 52 (52%) pacientes

fueron extubados con otras técnicas (ventilación manual intermitente, ventilación apneica por hipercapnia, etc.). Para los fines de este análisis, estas modalidades se agrupan bajo la categoría de extubación sin presión soporte.

El objetivo principal del estudio fue determinar si la técnica de extubación con presión soporte se asociaba con una menor frecuencia de atelectasias postoperatorias. Para su detección se utilizó el ultrasonido torácico, detectando una prevalencia global de 71% de atelectasias en los pacientes sometidos a anestesia general.

Entre los pacientes extubados con presión soporte, en 28 (58.3%) se detectaron atelectasias, en comparación con 43 (82.7%) pacientes del grupo sin presión soporte (Figura 1).



**Figura 1. Prevalencia de atelectasias en pacientes extubados mediante presión soporte vs. sin presión soporte.**

Grafica muestra el número de pacientes extubados mediante presión soporte que se detectaron atelectasias por ultrasonografía, en comparación con pacientes que no se extubarón con presión soporte.

Cuando se realizó el análisis para determinar la asociación entre el desarrollo de atelectasias con el tipo de extubación a la que se sometieron los pacientes, se observó una asociación negativa de atelectasias cuando se extuban mediante presión soporte. En este análisis univariado, la extubación con presión soporte se asocia de forma significativa con menor riesgo de atelectasias postoperatorias. Los pacientes extubados con presión soporte tuvieron un 29% menos riesgo relativo de atelectasia ( $RR = 0.71$ ; IC95%: 0.56–0.91;  $p = 0.02$ ), y

una reducción significativa en la probabilidad de presentar atelectasias ( $OR = 0.29$ ; IC95%: 0.10–0.83) (Tabla 3).

**Tabla 3. Asociación entre presión soporte y atelectasias postoperatorias**

Variable	Atelectasias N/N (%)	Riesgo Relativo (95% IC)	ODDS Ratio (95% IC)	Valor p
Extubación con Presión soporte	28/48 (58.3%)	0.71 (0.56– 0.91)	0.29 (0.10– 0.83)	0.02
Extubación sin Presión soporte	43/52 (82.7%)	1.00	1.00	

Chi cuadrada. p estadísticamente significativa <0.05

Al ajustar por las variables incluidas en el estudio (edad, sexo, tipo de cirugía, obesidad y dolor), la extubación con presión soporte se mantuvo como un factor protector independiente contra el desarrollo de atelectasias postoperatorias, con una reducción del 71% en la probabilidad de atelectasia comparada con extubación sin soporte ( $OR$  ajustado = 0.29; IC95% 0.10–0.79;  $p = 0.0016$ ). La edad se identificó como un factor de riesgo asociado al desarrollo de atelectasias ( $OR = 1.05$ , IC95%: 1.02 – 1.08,  $p = 0.004$ ). Cada año adicional de edad aumenta en un 5% el riesgo de atelectasias, independientemente del tipo de extubación. De manera interesante, el sexo femenino se asoció con una menor probabilidad de atelectasias, presentando un 77% menos riesgo de atelectasias en comparación con los hombres ( $OR = 0.23$ , IC95%: 0.07 – 0.79,  $p = 0.020$ ). Las demás variables incluidas (obesidad, dolor postoperatorio y tipo de cirugía) no mostraron asociación significativa con la aparición de atelectasias tras el ajuste estadístico (Tabla 4).

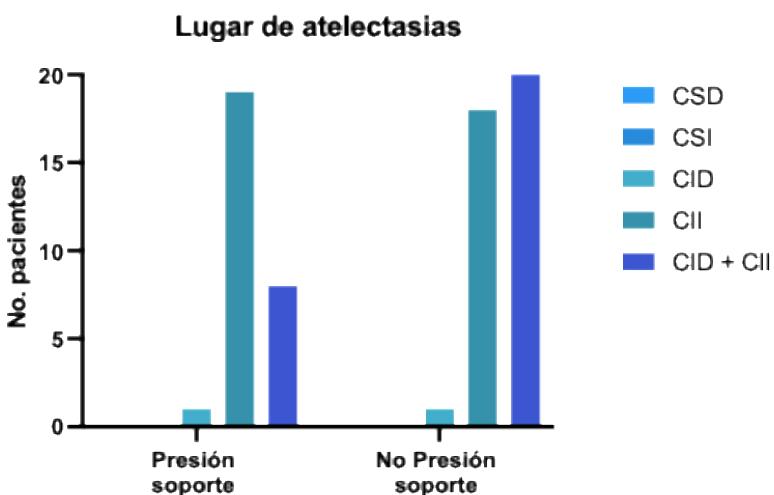
**Tabla 4. Factores asociados al desarrollo de atelectasias postoperatorias**

Variable	OR	IC95%	p-value
Extubación con presión soporte (sí vs. no)	0.29	0.10 – 0.79	0.016
Edad (por cada año)	1.05	1.02 – 1.08	0.004
Sexo (mujer vs. hombre)	0.23	0.07 – 0.79	0.02
Tipo de cirugía	1	0.86 – 1.15	0.967
Obesidad (sí vs. no)	1.5	0.56 – 4.05	0.412
Dolor postoperatorio (sí vs. no)	1.44	0.64 – 3.27	0.379

Regresión logística multivariada. p estadísticamente significativa <0.05

La localización de las atelectasias se clasificó en cuadrantes pulmonares: cuadrante superior derecho (CSD), cuadrante superior izquierdo (CSI), cuadrante inferior derecho (CID) y cuadrante inferior izquierdo (CII).

Al analizar el grupo de pacientes extubados con presión soporte que presentaron atelectasias (n=28), 67.9% (n= 19) presentó atelectasias en el CII, el 3.6% (n=1) en el CID y el 28.6% (n=8) en ambos cuadrantes inferiores. En contraste, en el grupo de pacientes sin presión soporte (n=43), el predominio de las atelectasias fue en ambos cuadrantes inferiores presentándose en 55.8% (n=24) pacientes, mientras que en 41.9% (n=18) pacientes la atelectasia se presentó en el CII, y solo el 2.3% (n=1) en el CID. Ningún paciente presentó atelectasias en los cuadrantes superiores (Figura 2).



**Figura 2. Lugar de atelectasias en ambos grupos de estudio.**

Grafica muestra la localización de las atelectasias en los pacientes sometidos a anestesia general y extubados mediante presión soporte vs. Pacientes que no se extubarón mediante presión soporte. CSD (cuadrante superior derecho), CSI (cuadrante superior izquierdo), CID (cuadrante inferior derecho) y CII (cuadrante inferior izquierdo).

## 10. DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto de la modalidad de extubación en el desarrollo de atelectasias en pacientes sometidos a cirugía general bajo anestesia general balanceada. Nuestros hallazgos demuestran de manera consistente que la extubación mediante presión de soporte (PS) se asocia con una reducción significativa en la incidencia de atelectasias postoperatorias, posicionándose como un factor protector independiente.

Para los fines de este estudio, se excluyeron los pacientes que presentaban factores de riesgo que predisponen de manera directa al desarrollo de atelectasias, así como aquellos con antecedentes de enfermedades pulmonares. Asimismo, se excluyeron los pacientes que requirieron reintubación durante el periodo postoperatorio. Con ello, se logró conformar una población más homogénea y representativa para el análisis del efecto de la técnica de extubación sobre la aparición de atelectasias.

El hallazgo principal de esta investigación revela que la extubación con PS reduce el riesgo relativo de atelectasias en un 29% ( $RR = 0.71$ ) y, tras ajustar por variables clínicamente relevantes, se mantiene como un factor protector robusto, disminuyendo la probabilidad de desarrollar esta complicación en un

71% (OR ajustado = 0.29). Este resultado es coherente con la fisiopatología de la formación de atelectasias, donde la disfunción diafragmática inducida por la anestesia y la ventilación controlada juegan un papel central. La PS, al permitir una transición gradual a la respiración espontánea, facilita la reactivación temprana del diafragma y previene el colapso alveolar que sucede con la interrupción abrupta de la ventilación controlada por volumen (VCV). Nuestros datos corroboran la evidencia previa, como el estudio que reportó una incidencia del 33% con PS frente al 57% con VCV (RR=0.58), validando externamente la superioridad de este enfoque fisiológico (4).

Además del modo de extubación, nuestro análisis identificó a la edad como un factor de riesgo independiente, donde cada año adicional incrementa en un 5% la probabilidad de atelectasias. Este hallazgo era esperable, dada la pérdida progresiva de la compliancia pulmonar y la fuerza de los músculos respiratorios asociada al envejecimiento. De manera interesante, identificamos a el sexo femenino como un factor protector, con un 77% menos de riesgo en comparación con los hombres. Esta asociación merece mayor investigación, pero podría estar relacionada con diferencias anatómicas, hormonales o en la distribución de la grasa corporal que influyen en la mecánica ventilatoria (28). Es crucial destacar que variables como la obesidad, el dolor postoperatorio y el tipo de cirugía no mostraron una asociación significativa tras el ajuste multivariado, lo que sugiere que el efecto protector de la PS es tan potente que persiste a pesar de estas condiciones clínicas.

La localización predominante de las atelectasias en los cuadrantes inferiores de ambos pulmones, independientemente del grupo, coincide con la teoría gravitacional y la compresión basilar del pulmón en decúbito supino durante la cirugía (3,5). Sin embargo, el patrón fue distinto: mientras que en el grupo con PS la atelectasia se localizó principalmente en el cuadrante inferior izquierdo (67.9%), en el grupo con VCV predominó la afectación bilateral de ambos cuadrantes inferiores (55.8%). Esto podría indicar que la PS, al generar presiones inspiratorias más variables, logra una redistribución aérea más homogénea, evitando el colapso generalizado de las bases pulmonares.

## **11. LIMITACIONES Y/O NUEVAS PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN**

Una limitación importante de este estudio es su naturaleza observacional y el hecho de haberse realizado en un solo centro, lo que puede afectar la generalización de los resultados. Además, la evaluación de las atelectasias se realizó mediante ultrasonido, que, si bien ha demostrado una alta sensibilidad (87.7%) y especificidad (92.1%) en este contexto, no es el estándar de oro absoluto como la tomografía computarizada. No obstante, la alta precisión diagnóstica reportada y la practicidad del ultrasonido en el entorno postanestésico justifican su uso y fortalecen la validez de nuestras conclusiones (25–27).

Estos resultados resaltan la relevancia clínica de implementar protocolos de extubación con presión soporte en pacientes quirúrgicos seleccionados, como una medida potencialmente efectiva para reducir complicaciones respiratorias inmediatas.

Finalmente, se recomienda profundizar en estudios con un tamaño muestral mayor y con seguimiento a largo plazo, que permitan asociar cofactores a más variables que las citadas con el fin de poder realizar pautas específicas que desarrollen estrategias en el manejo ventilatorio y normar una guía y/o protocolo de emersión con presión soporte del paciente sometido a cirugía bajo anestesia general, esto con el fin de poder obtener una futura guía que sirva al anestesiólogo sobre los pasos de cómo utilizar la modalidad de emersión con presión soporte como acto rutinario en su actuar clínico.

## **12. CONCLUSION**

La extubación con presión soporte en pacientes sometidos a cirugía con anestesia general, se asoció significativamente con una menor incidencia de atelectasias postoperatorias, en comparación con la extubación sin presión soporte. Al ajustar por edad, sexo, tipo de cirugía y otras comorbilidades, la extubación con presión soporte continuo como un factor de protección contra la formación de atelectasias. Por lo que valdría la pena hacer estudios de extensión y en grupos vulnerables con factores de riesgo para confirmar estos resultados.

Estos hallazgos respaldan la implementación de estrategias de extubación asistida para optimizar la función pulmonar y reducir complicaciones respiratorias en el periodo posoperatorio.

### 13. BIBLIOGRAFÍA

1. Grott K, Chauhan S, Sanghavi D. Atelectasis. [Updated 2024 Feb 26]. In: StatPearls [Internet] [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545316/>
2. Zeng C, Lagier D, Lee JW, Vidal Melo MF. Perioperative Pulmonary Atelectasis: Part I. Biology and Mechanisms. *Anesthesiology*. 2022 Jan;136(1):181–205.
3. Lundquist H, Hedenstierna G, Strandberg A, Tokics L, Brismar B. CT-assessment of dependent lung densities in man during general anaesthesia. *Acta Radiol Stockh* 1987. 1995 Nov;36(6):626–32.
4. Jeong H, Tanatporn P, Ahn HJ, Yang M, Kim JA, Yeo H, et al. Pressure Support versus Spontaneous Ventilation during Anesthetic Emergence—Effect on Postoperative Atelectasis: A Randomized Controlled Trial. *Anesthesiology*. 2021 Dec;135(6):1004–14.
5. Lagier D, Zeng C, Fernandez-Bustamante A, Vidal Melo MF. Perioperative Pulmonary Atelectasis: Part II. Clinical Implications. *Anesthesiology*. 2022 Jan;136(1):206–36.
6. Lee HM, Byon HJ, Kim N, Gleich SJ, Flick RP, Lee JR. Effect of upper respiratory infection on anaesthesia induced atelectasis in paediatric patients. *Sci Rep*. 2021 Mar 16;11(1):5981.
7. Hedenstierna G, Tokics L, Reinius H, Rothen HU, Östberg E, Öhrvik J. Higher age and obesity limit atelectasis formation during anaesthesia: an analysis of computed tomography data in 243 subjects. *Br J Anaesth*. 2020 Mar;124(3):336–44.
8. Suzuki S, Eastwood GM, Goodwin MD, Noë GD, Smith PE, Glassford N, et al. Atelectasis and mechanical ventilation mode during conservative oxygen therapy: A before-and-after study. *J Crit Care*. 2015 Dec;30(6):1232–7.
9. Roncin C, Scemama U, Zieleskiewicz L, Loundou A, Lesavre N, Vialet R. Atelectasis prevention during anaesthesia using high-flow nasal cannula therapy: A paediatric randomised trial using MRI images. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2020 Dec;39(6):819–24.
10. Li Q, Sun J, Shuai X, Ren J, Chen X. Analysis of diagnostic characteristics and clinical related factors of 70 patients with atelectasis by painless bronchoscopy. *Pak J Med Sci* [Internet]. 2022 June 25 [cited 2025 Oct]

7];38(6). Available from:  
<https://www.pjms.org.pk/index.php/pjms/article/view/5273>

11. Subirana Casacuberta M, Bazan P. Modalidades de ventilación mecánica. Enferm Intensiva. 2000;11(1):23–32.
12. Aguirre-Bermeo H, Bottiroli M, Italiano S, Roche-Campo F, Santos JA, Alonso M, et al. Ventilación con presión de soporte y ventilación proporcional asistida durante la retirada de la ventilación mecánica. Med Intensiva. 2014 Aug;38(6):363–70.
13. Luna Ortiz P. Ventilación Mecánica Durante la Anestesia. 1st ed. Ciudad de México: Editorial Alfil; 2024. 1 p.
14. López-Candiani C, Soto-Portas L, Gutiérrez-Castrellón P, Rodríguez-Weber M, Udaeta-Mora E. Complicaciones de la ventilación mecánica en neonatos. Acta Pediátrica México Internet. 2007;28(2):63–8.
15. Torres-Castro C, Valle-Leal J, Martínez-Limón AJ, Lastra-Jiménez Z, Delgado-Bojórquez LC. Complicaciones pulmonares asociadas a ventilación mecánica en el paciente neonatal. Bol Méd Hosp Infant México. 2016 Sept;73(5):318–24.
16. Atelectasias permisivas en ventilación mecánica. Rev Chil Anest. 2023;52(4):360–4.
17. Robles Urgilez M, Figueroa Córdova A, Muñoz Villacres L, Figueroa Morán G, Briones Claudett K. Patrones radiológicos al inicio de la ventilación mecánica invasiva y sus complicaciones pulmonares en la Unidad de Cuidados Intensivos. J Am Health. 2023 July 28;6(2):10.
18. Retiro de la ventilación mecánica en pacientes con obesidad. Rev Chil Anest [Internet]. 2024 [cited 2025 Oct 7];53(4). Available from: <https://revistachilenadeanestesia.cl/revchilanestv53n4-13/>
19. Ipek OF, Editor) EY (Guest, Özen Ö, Sunman B, Guzelkas I, Buyuksahin HN, et al. Original Article The Value of Flexible Bronchoscopy in the Diagnosis and Treatment of Atelectasis; A Single-Center Experience of 108 Pediatric Patients [Internet]. Preprints; 2024 [cited 2025 Oct 7]. Available from: <https://www.authorea.com/users/834737/articles/1227308-original-article-the-value-of-flexible-bronchoscopy-in-the-diagnosis-and-treatment-of-atelectasis-a-single-center-experience-of-108-pediatric-patients?commit=1d9c52f6cf75cf83b0209a971738ddbbea199d82>
20. Robledo Gil DraS, De Miguel Criado DrJ, Gutiérrez Velasco DraL, García Del Salto DraL, Quintana Valcarcel DraP, Martin Lopez DrG, et al. Signos clásicos toracoabdominales en la radiografía simple. Seram [Internet]. 2022 May 26 [cited 2025 Oct 9];1(1). Available from: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/8572>
21. Attyé A, Eliezer M. Endolymph magnetic resonance imaging: Contribution of saccule and utricle analysis in the management of patients with sensorineural

- ear disorders. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* 2020 Jan;137(1):47–51.
22. Liu W, Zhang X, Liu K, Kang Z. Lung ultrasound for the diagnosis of pulmonary atelectasis in both adults and pediatrics: A protocol for systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2022 Nov 18;101(46):e28397.
23. Frassanito L, Sonnino C, Pitoni S, Zanfini BA, Catucci S, Gonnella GL, et al. Lung ultrasound to monitor the development of pulmonary atelectasis in gynecologic oncologic surgery. *Minerva Anestesiol [Internet].* 2020 Dec [cited 2025 Oct 8];86(12). Available from: <https://www.minervamedica.it/index2.php?show=R02Y2020N12A1287>
24. Adler AC, Von Ungern-Sternberg BS, Matava CT. Lung ultrasound and atelectasis—The devil is in the details. *Pediatr Anesth.* 2021 Dec;31(12):1269–70.
25. Ullmann N, D'Andrea ML, Chiarini MB, Tomà P, Cherchi C, Pavone M, et al. Lung ultrasound as useful tool to diagnose pulmonary atelectasis in children affected by neuromuscular disease. In: *Imaging [Internet]. European Respiratory Society;* 2018 [cited 2025 Oct 8]. p. PA391. Available from: <https://publications.ersnet.org/lookup/doi/10.1183/13993003.congress-2018.PA391>
26. Huang D, Li Z, Zhao J, Li H, Wang W, Fu S. Lung ultrasound as a diagnostic tool for pulmonary consolidation and atelectasis after cardiac surgery. *J Thorac Dis.* 2025 July 31;17(7):4794–802.
27. Yu X, Zhai Z, Zhao Y, Zhu Z, Tong J, Yan J, et al. Performance of Lung Ultrasound in Detecting Peri-Operative Atelectasis after General Anesthesia. *Ultrasound Med Biol.* 2016 Dec;42(12):2775–84.
28. Yayan J, Biancosino C, Krüger M, Rasche K. Gender- and Age-Associated Variations in the Prevalence of Atelectasis, Effusion, and Nodules on Chest Radiographs: A Large-Scale Analysis Using the NIH ChestX-Ray8. *Diagnostics.* 2025 May 26;15(11):1330.