



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
CENTRO MÉDICO NACIONAL “LA RAZA”
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES
“DR. ANTONIO FRAGA MOURET”

“PREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO DE ATELECTASIA
PULMONAR POSTOPERATORIA EN CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA”

TESIS

Para obtener el grado de especialidad en
ANESTESIOLOGÍA

PRESENTA

Dra. Alicia Natalia Lobato Piña

ASESOR DE TESIS

Dr. Arnulfo Calixto Flores

Ciudad de México 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

HOJA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS

Dr. Benjamín Guzmán Chávez

Profesor Titular del Curso Universitario de Anestesiología-Jefe del Servicio de Anestesiología
U.M.A.E. Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”
Centro Médico Nacional “La Raza” IMSS

Dr. Dr. Arnulfo Calixto Flores

Asesor de Tesis
Sede Universitaria U.M.A.E. Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”
Centro Médico Nacional “La Raza” IMSS

Dra. Alicia Natalia Lobato Piña

Médico Residente del Tercer Año de la Especialidad en Anestesiología
Sede Universitaria U.M.A.E. Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”
Centro Médico Nacional “La Raza” IMSS

**Número de Registro CLIS:
R-2023-3501-090**

ÍNDICE

RESUMEN	4
MARCO TEÓRICO	6
MATERIAL Y MÉTODOS	9
RESULTADOS	11
DISCUSIÓN	20
CONCLUSIÓN	22
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
ANEXOS	26

Resumen

Introducción: La ecografía perioperatoria pulmonar permite la detección oportuna de alteraciones que pueden generar complicaciones pulmonares como la atelectasia pulmonar y así disminuir o evitar los factores de riesgo propios del procedimiento quirúrgico/anestésico además de las comorbilidades del paciente.

Objetivo: Determinar la prevalencia de atelectasia pulmonar mediante ecografía pulmonar así como los factores de riesgo implicados en su formación durante el periodo perioperatorio de pacientes sometidos a cirugía laparoscópica.

Material y métodos: Estudio prospectivo, longitudinal, observacional y descriptivo de 78 pacientes sometidos a cirugía laparoscópica a quienes se les realizó un rastreo ecográfico prequirúrgico y durante el periodo transanestésico se registraron variables de la dinámica ventilatoria empleada y en el postquirúrgico se realizó una nueva ecografía identificando artefactos compatibles con el desarrollo de atelectasia pulmonar estableciendo factores de riesgo así como protectores. Se realizó un análisis estadístico descriptivo e inferencial utilizando pruebas como X², T de student.

Resultados: Se identificaron artefactos compatibles con atelectasia pulmonar en 58 pacientes (74.4%) y sin artefactos en 20 (25.6%). De los factores de riesgo se identificó que pacientes con ASA III-IV (86.2% n=50) desarrollaron atelectasia y que un factor protector es la extubación con presión soporte. 56.8%, (n=25), desarrolló atelectasia comparado con el 97.1%, n=33, que fueron extubados con técnica manual asistida además del uso de neumoperitoneo < 15 mmHg (p<0.05).

Conclusiones: La prevalencia de atelectasia pulmonar postoperatoria identificada mediante ecografía pulmonar fue del 74.4%.

Palabras clave: Atelectasia pulmonar, anestesia general, ultrasonido, complicaciones intraoperatorias, ventilación mecánica.

Summary

Introduction: Perioperative lung ultrasound allows the timely detection of alterations that can generate pulmonary complications such as pulmonary atelectasis and thus reduce or avoid the risk factors inherent to the surgical/anesthetic procedure in addition to the patient's comorbidities.

Objective: To determine the prevalence of pulmonary atelectasis using lung ultrasound as well as the risk factors involved in its formation during the perioperative period of patients undergoing laparoscopic surgery.

Material and methods: Prospective, longitudinal, observational and descriptive study of 78 patients undergoing laparoscopic surgery who underwent a pre-surgical ultrasound scan and during the transanesthetic period, variables of the ventilatory dynamics used were recorded and in the post-surgical period a new ultrasound was performed. Identifying artifacts compatible with the development of pulmonary atelectasis, establishing risk as well as protective factors. A descriptive and inferential statistical analysis was carried out using tests such as χ^2 , student's T.

Results: Artifacts compatible with pulmonary atelectasis were identified in 58 patients (74.4%) and without artifacts in 20 (25.6%). Of the risk factors, it was identified that patients with ASA III-IV (86.2% n=50) developed atelectasis and that a protective factor was extubation with pressure support. (56.8%, n=25, developed atelectasis compared to 97.1%, n=33, who were extubated with manual assisted technique in addition to the use of pneumoperitoneum < 15 mmHg ($p < 0.05$).

Conclusions: The prevalence of postoperative pulmonary atelectasis identified by lung ultrasound was 74.4%.

Keywords: Pulmonary atelectases, General anesthesia, Ultrasound, intraoperative complication, mechanical ventilation.

Marco Teórico

La anestesia general, ventilación mecánica y condiciones específicas de ciertas intervenciones quirúrgicas producen cambios biofísicos que favorecen el desarrollo de complicaciones pulmonares perioperatorias, entre ellas el colapso de tejido pulmonar dando pauta al desarrollo de atelectasias pulmonares.

Dentro de los factores implicados en el desarrollo de atelectasias se encuentran: pérdida del equilibrio de fuerzas mecánicas implicadas en la expansión pulmonar con el incremento en la presión pleural, baja presión alveolar y presión transpulmonar negativa favoreciendo el desarrollo de atelectasias por compresión asociadas a posición. (1)

Los factores de riesgo asociados al desarrollo de atelectasias pulmonares perioperatorias se pueden clasificar en:

- a) Relacionados con el paciente: IMC > 25 kg/m² (favoreciendo la transmisión de presión abdominal hacia la caja torácica), edad (20-50 años de edad), ASA, disfunción diafragmática (en cirugía abdominal alta y cardior torácica), incremento en presión intraabdominal, tabaquismo (incremento en secreciones en vía aérea), edema pulmonar, EPOC.
- b) Asociado a técnica anestésica: uso de agentes anestésicos (hipnóticos, opioides, relajantes neuromusculares, halogenados, óxido nitroso) anestesia neuroaxial torácica, transfusión sanguínea, fracción inspirada de oxígeno elevada, volúmen Vidal bajo en ventilación mecánica, no uso de PEEP, sobrecarga hídrica.
- c) Relacionados con intervención quirúrgica: asociado a la posición (trendelenburg, supino, decúbito lateral), neumoperitoneo, ventilación unipulmonar, cirugía cardiaca, duración de intervención quirúrgica . (2)

Con el desarrollo de nuevos métodos de imagen se ha demostrado la presencia de atelectasias en el 90% de pacientes sometidos a anestesia general. Atelectasias leves pueden recuperarse de forma espontánea, sin embargo un porcentaje de atelectasias severas pudiera interferir en el intercambio gaseoso, disminuir compliance pulmonar o favorecer el desarrollo de complicaciones graves como neumonía, SDRA o falla

respiratoria con reintubación, asociado a larga estancia intrahospitalaria e incremento en morbilidad/mortalidad y prolongación en estancia intrahospitalaria. (3)

Uno de los factores de riesgo principales en la formación de atelectasias pulmonares es el tiempo bajo anestesia general con mayor zonas atelectásicas asociado a IMC alto aunado a la posición quirúrgica. La anestesia general causa relajación y desplazamiento cefálico del diafragma con aumento de presión intratorácica favoreciendo el desarrollo de atelectasias por compresión en regiones posteroinferiores. (4). El colapso pulmonar es responsable de alteraciones en la relación ventilación/perfusión, pudiendo afectar a un lóbulo, segmento e incluso a un pulmón en su totalidad, con repercusión en incremento en las resistencias vasculares pulmonares e hipoxemia arterial. (5)

Se considera que el gold standard en imagen pulmonar es la tomografía computarizada, sin embargo, la exposición a radiación y el riesgo asociado al traslado de pacientes inestables dificulta su realización. El ultrasonido pulmonar permite un rastreo rápido, no invasivo, accesible, repetible y libre de exposición a radiación para la evaluación dinámica en pacientes con sospecha de patología pulmonar, convirtiéndose en los últimos años en una herramienta diagnóstica utilizada en salas de urgencias, quirófano y unidad de cuidados intensivos. (6) La ecografía pulmonar puede detectar de forma fiable atelectasia pulmonar con una sensibilidad, especificidad y precisión diagnóstica cerca del 90% en comparación con detección por TAC o IRM. La presencia de líneas B y consolidaciones yuxtapleurales son los hallazgos mas comúnmente encontrados que predicen el hallazgo de atelectasia pulmonar. (7)

Durante el periodo perioperatorio el hallazgo clínico de alteración en la ventilación/perfusión puede ser únicamente hipoxemia o cambios en la relación PaO₂/FiO₂, la ultrasonografía pulmonar permite visualizar y realizar rastreo incluso durante la cirugía en curso en momentos específicos como al iniciar neumoperitoneo o al posicionar al paciente acorde a las necesidades de la técnica quirúrgica permitiendo el diagnóstico de complicaciones pulmonares. (8)

La ultrasonografía pulmonar ha sido validada en el diagnóstico de complicaciones pulmonares perioperatorias entre ellas atelectasia, edema pulmonar, neumotórax y

neumonía debido a su viabilidad y eficacia, además de que el tiempo invertido es menos que el realizar un rastreo por tomografía, con una sensibilidad y especificidad mayor al 95%. La detección temprana de atelectasias pulmonares y el establecer un óptimo tratamiento es determinante en el pronóstico y prevención de subsecuentes complicaciones pulmonares. Pese a que se considera que el realizar un ultrasonido pulmonar es una habilidad operador dependiente se ha documentado que una capacitación sobre la técnica y curva de aprendizaje en rastreo pulmonar sobre las complicaciones pulmonares básicas es pequeña pudiendo detectar hallazgos pulmonares con un 80% de sensibilidad y especificidad así como interpretar resultados con precisión. (9)

El objetivo de identificar a aquellos pacientes con hallazgos ecográficos o clínicos de complicaciones pulmonares postoperatorias (hipoxemia, atelectasias, disfunción diafragmática, broncoespasmo, neumonía o neumotórax) es implementar de forma oportuna y certera con evidencia mediante el rastreo medidas de soporte ventilatorio acorde a la necesidad del cuadro y prevenir de esta forma riesgos asociados como incremento en mortalidad, ingreso a unidad de cuidados intensivos, larga estancia intrahospitalaria e incremento en costos hospitalarios. (10)

Durante el periodo transanestésico existen medidas encaminadas a prevenir el desarrollo de atelectasias pulmonares, entre ellas: ventilación con presión soporte durante el periodo de extubación el cual se relaciona con menor incidencia en comparación con la respiración espontánea aunada a asistencia manual intermitente, uso de Fracción inspirada de oxígeno baja (0.3-0.4 comparado a FiO₂ 1.0), prevención y manejo adecuado del dolor postoperatorio disminuyendo atelectasia por restricción respiratoria implementando técnicas de analgesia multimodal así como el monitoreo y manejo oportuno de relajación neuromuscular residual. (11)

Material y Métodos

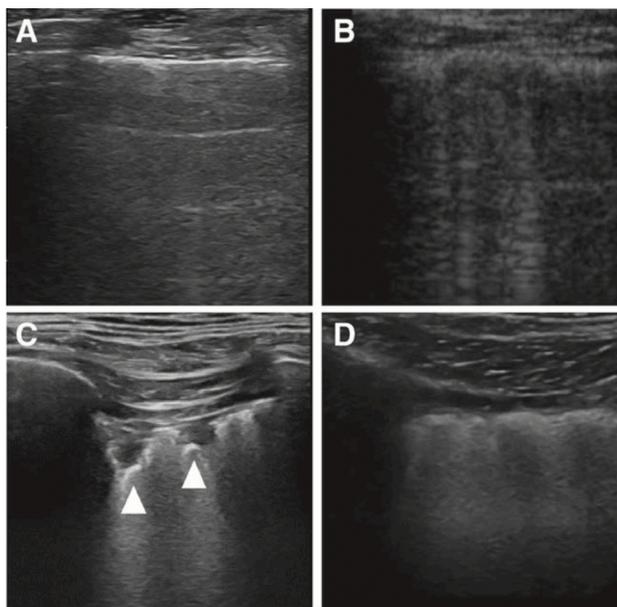
Se realizó un estudio prospectivo, longitudinal, observacional y descriptivo en el Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret” de la Unidad Médica de Alta Especialidad del Centro Médico Nacional La Raza del Instituto Mexicano del Seguro Social en pacientes sometidos a cirugía laparoscópica bajo ventilación mecánica con el objetivo de conocer la prevalencia e identificar los factores de riesgo de atelectasia pulmonar postoperatoria mediante un rastreo ecográfico pre y posquirúrgico identificando artefactos compatibles con atelectasia pulmonar.

Se incluyeron pacientes con edad mayor a 18 años sometidos a cirugía intraabdominal laparoscópica bajo anestesia general con ventilación mecánica y que aceptaron participar en el estudio bajo consentimiento informado firmado; se excluyeron aquellos con IMC > 35 kg/m², con enfermedad pulmonar subyacente (Asma, EPOC, SAOS, neumonía), antecedente de cirugía torácica, inestabilidad hemodinámica o negativa del paciente.

Durante la visita preanestésica se explicó de forma detallada la dinámica del estudio, posterior a la firma del consentimiento informado se realizó el primer rastreo ecográfico pulmonar en área prequirúrgica con el objetivo de obtener imágenes de referencia de ambos campos pulmonares previo a la intervención quirúrgica. Para el rastreo ultraosnográfico cada hemitórax se dividió en 6 secciones mediante líneas verticales aparaesternal, axilar anterior, axilar posterior paravertebral, interceptado por una línea horizontal a nivel de 5to espacio intercostal. El rastreo se realizó en orden anterior-posterior y en sentido craneal-caudal tanto en hemitórax derecho e izquierdo, con un total de 12 secciones, para el rastreo de secciones posteriores se colocó al paciente en posición lateral, tomando evidencia fotográfica del rastreo. Durante el transquirúrgico se recolectaron variables relacionadas con la dinámica ventilatoria empleada (uso de PEEP, FiO₂ empleado, ETCO₂, PaO₂ intraoperatorio, estado de relajación neuromuscular previo a la extubación, neumoperitoneo empleado, si la. técnica de extubación fue por presión soporte o por ventilación manual asistida y el tiempo quirúrgico).

En unidad de cuidados postanestésicos se realizó un segundo rastreo ecográfico con objetivo de identificar artefactos pulmonares sugestivos de atelectasia pulmonar, así

como el registro de SpO2 en caso de ser <92%, tiempo quirúrgico). Los hallazgos ultrasonográficos se registrarán por sección (12) en base a artefactos observados. Grado 0: pulmón normal con líneas A (horizontales) / “Sliding” pulmonar. Grado 1: Dos o más líneas B (verticales) en mismo espacio intervertebral. Grado 2: Consolidaciones yuxtapleurales con pérdida de “Sliding” pulmonar.



En caso de hallazgos sugestivos de atelectasia pulmonar por ecografía re realizará radiografía de tórax en las siguientes 24 horas posteriores al procedimiento comparando con estudio previo al procedimiento quirúrgico.

La muestra recolectada fue de 78 pacientes, se implementó un formato de recolección de datos donde se registraron las variables y los hallazgos ecográficos del rastreo pre y postquirúrgico, posteriormente se integraron en una base de datos para el análisis descriptivo de la información mediante el programa estadístico SPSS mediante frecuencias simples y absolutas, así como medidas de tendencia ventral y dispersión, para evaluar el grado de asociación entre variables se utilizaron modelos univariados y bilabiados mediante la prueba χ^2 para variables discretas o la prueba t Student para variables continuas considerando un valor de $p < 0.05$ como estadísticamente significativo.

Resultados

Se incluyeron en el estudio un total de 78 pacientes los cuales cumplieron con los criterios de inclusión y con firma del consentimiento informado.

El total de pacientes en quienes posterior al rastreo ecográfico postquirúrgico se detectaron artefactos compatibles con atelectasia pulmonar fue de 58 (74.4%) y sin hallazgos en 20 pacientes (25.6%). La edad promedio de los pacientes con atelectasia postquirúrgica fue de 52.3 ± 13.1 años y en quienes se descartó fue de $42.2, \pm 10.6$ años. (Tabla 1).

Tabla 1. Edad de los pacientes con y sin atelectasia postquirúrgica.

	Atelectasia postquirúrgica		Total n = 78	p*
	Presente n = 58	Ausente n = 20		
Edad				
Media	52.3, \pm 13.1	42.2, \pm 10.6	49.7, \pm 13.2	0.003
Desviación estándar	53.5	42.5	50	

*t de Student

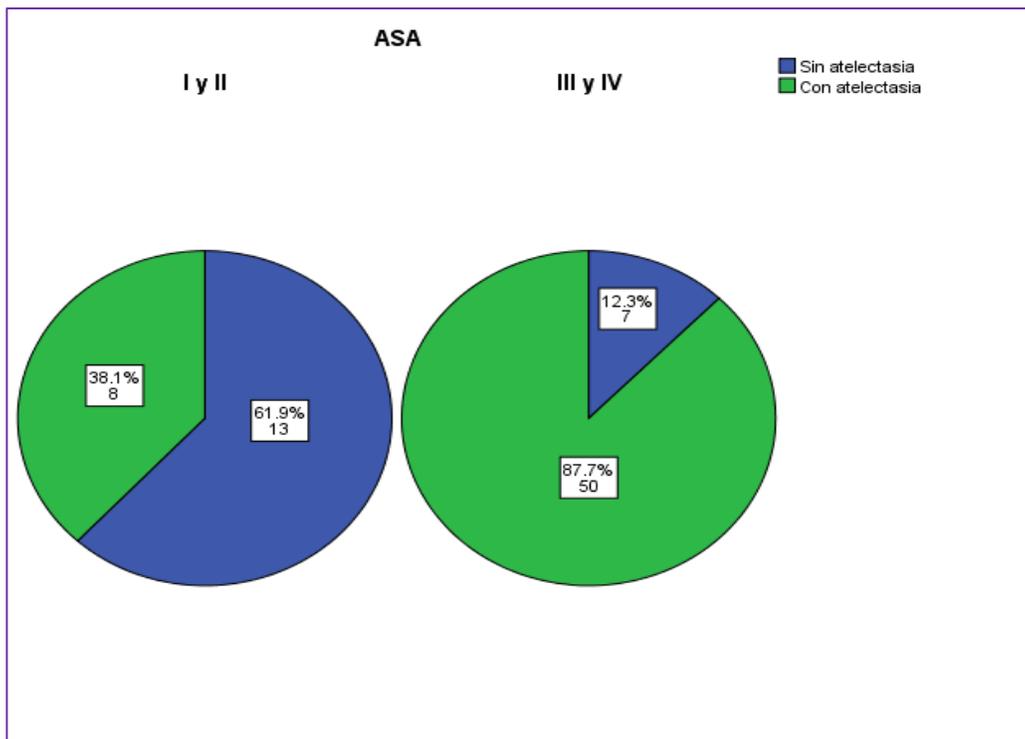
De los 58 pacientes con atelectasia postquirúrgica el 48.3% (n=28) fueron hombres y el 51.7 (n=30) fueron mujeres, valor p = 0.894. De acuerdo con el estado físico de la sociedad americana de anestesiología (ASA) el 86.2 % (n=50) pertenecen a ASA III-IV comparado con el 13.8% (n=8) clasificados como ASA I-II, valor p = 0.000, RR 5.0 (2.3-10.9). Considerando el IMC como comorbilidad el 58.6% (n=34) de los pacientes con atelectasia postquirúrgica se clasificó con IMC en sobrepeso y el 20.7% (n=12) con obesidad con p = 0.011. (Tabla 2, Gráfica 1).

Tabla 2. Género, IMC y riesgo anestésico en pacientes con y sin atelectasia postquirúrgica.

	Atelectasia postquirúrgica		Total n = 78	p*	R R	IC al 95%	
	Presente n = 58	Ausente n = 20				Límite inferior	Límite superior
Género							
Masculino <i>f</i> (%)	28 (48.3)	10 (50)	38 (48.7)	0.894			
Femenino <i>f</i> (%)	30 (51.7)	10 (50)	40 (51.3)				
IMC							
Normal <i>f</i> (%)	12 (20.7)	11 (55)	23 (29.5)	0.011			
Sobrepeso <i>f</i> (%)	34 (58.6)	8 (40)	42 (53.8)				
Obesidad <i>f</i> (%)	12 (20.7)	1 (5)	13 (16.7)				
ASA							
I y II <i>f</i> (%)	8 (13.8)	13 (65)	21 (26.9)	0.000	5. 0	2.3	10.9
III y IV <i>f</i> (%)	50 (86.2)	7 (35)	57 (73.1)				

* χ^2

Gráfica 1. Frecuencia y porcentaje de valoración de ASA en pacientes con y sin atelectasia pulmonar postquirúrgica.



Además de las variables asociadas a comorbilidades de los pacientes en quienes se evidenció el desarrollo de atelectasia postquirúrgica se analizaron los parámetros ventilatorios empleados durante el periodo transanestésico observado que el 96.6 % (n=56) de los casos de atelectasia se presentó en quienes la FiO₂ fue > 40% con valor p = 0.034 considerándose estadísticamente significativo. El volumen tidal de 7 ml/kg se empleó en el 74.4% de los casos (n=58), p = 0.98 y el uso de PEEP se utilizó en el 97.4% de los casos (n=76), valor p = 0.400. (Tabla 3).

Tabla 3. Parámetros de la ventilación mecánica.

	Atelectasia postquirúrgica		Total n = 78	p*
	Presente n = 58	Ausente n = 20		
FiO2 empleado				
< 40 f (%)	2 (3.4)	3 (15)	5 (6.4)	0.034
40 a 50 f (%)	28 (48.3)	13 (65)	41 (52.6)	
> 50 f (%)	28 (48.3)	4 (20)	32 (41)	
Volumen tidal empleado				
6 f (%)	6 (10.3)	4 (20)	10 (12.8)	0.098
7 f (%)	42 (72.5)	16 (80)	58 (74.4)	
8 f (%)	10 (17.2)	0	10 (12.8)	
Uso de PEEP				
Si f (%)	56 (96.6)	20 (100)	76 (97.4)	0.400
No f (%)	2 (3.4)	0	2 (2.6)	

*X²

Analizando la técnica de extubación empleada el 56.9% (n=33) de los casos en que se desarrollo la formación de atelectasia postquirúrgica fue bajo extubación manual asistida comparado con un 43.1% (n=25) en quienes se llevo a cabo la extubación por presión soporte, p = 0.000, RR 14.7 (2.1-104.3). El 56.9% de los pacientes en quienes se posicionó en Trendelenburg desarrollo atelectasia, p = 0.360. (Tabla 4).

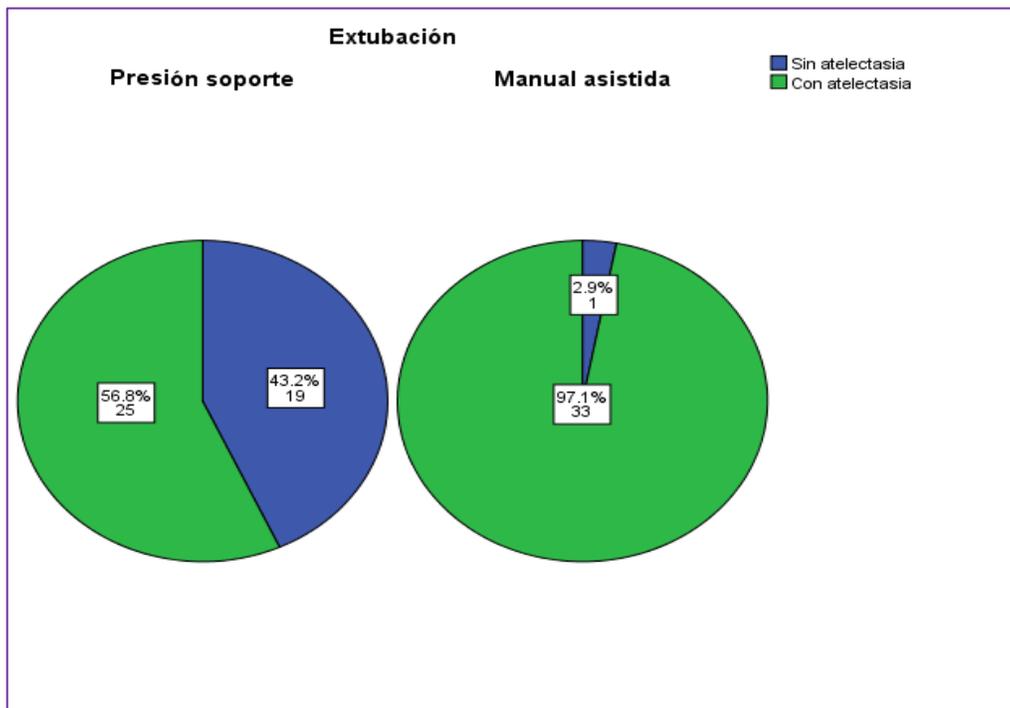
Tabla 4. Hipoxemia, posición y técnica de extubación.

	Atelectasia postquirúrgica		Total n = 78	p*	RR	IC al 95%	
	Presente n = 58	Ausente n = 20				Límite inferior	Límite superior
Hipoxemia < 92% en periodo transquirúrgico							
Si f (%)	2 (3.4)	0	2 (2.6)	0.400			
No f (%)	56 (96.6)	20 (100)	76 (97.4)				
Posición de Trendelenburg							
Si f (%)	33 (56.9)	9 (45)	42 (53.8)	0.360			
No f (%)	25 (43.1)	11 (55)	36 (46.2)				
Técnica de Extubación							
Presión soporte	25 (43.1)	19 (95)	44 (56.4)	0.000	14. 7	2.1	104.3
Manual asistida	33 (56.9)	1 (5)	34 (43.6)				

* χ^2

De acuerdo a la maniobra de extubación los pacientes extubados con presión soporte el 56.8% (n=25) desarrollo atelectasia postquirúrgica comparado con el 97.1% (n=33) que fueron extubados con técnica manual asistida. (Gráfica 2).

Gráfica 2. Frecuencia y porcentaje de maniobra de extubación en pacientes con y sin atelectasia pulmonar postquirúrgica.



Uno de los factores relacionado con disminución en el desarrollo de atelectasia postquirúrgica fue el empleo de una presión de neumoperitoneo menor a 15 mmHg, el 100 % de pacientes en quienes se utilizó presiones de 10 - 15 mmHg no se encontraron artefactos compatibles con atelectasia en el rastreo postquirúrgico, con un RR de 0.661. (Tabla 5).

Tabla 5. Manejo anestésico y presiones de neumoperitoneo

	Atelectasia postquirúrgica		Total n = 78	p*	RR	IC 95%	
	Presente n = 58	Ausente n = 20				Límite inferior	Límite superior
Relajación neuromuscular residual							
Si f (%)	2 (3.4)	0	2 (2.6)	0.400			
No f (%)	56 (96.6)	20 (100)	76 (97.4)				
Analgesia multimodal							
Si f (%)	57 (98.3)	20 (100)	77 (98.7)	0.555			
No f (%)	1 (1.7)	0	1 (1.3)				
Neumoperitoneo empleado							
10 a 15	39 (67.2)	20 (100)	59 (75.6)	0.003	0.661	0.551	0.794
Más de 15	19 (32.8)	0	19 (24.4)				

* χ^2

Respecto al tiempo quirúrgico bajo ventilación mecánica, se documento que el 93.1% (n=54) de los pacientes con hallazgos compatibles con atelectasia su procedimiento fue mayor a las 2 horas y en el 80% (n=16) de los pacientes sin atelectasia postquirúrgica, p = 0.096. (Tabla 6).

Tabla 6. Tiempo quirúrgico, SOP2 y ENA en Unidad de Cuidados Postanestésicos.

		Atelectasia postquirúrgica		Total n = 78	p*	RR	IC 95%	
		Presente n = 58	Ausente n = 20				Límite inferior	Límite superior
Tiempo quirúrgico > 2 horas								
Si f (%)	54 (93.1)	16 (80)	70 (89.7)	0.096				
No f (%)	4 (6.9)	4 (20)	8 (10.3)					
SPO2 < 92% en Unidad de Cuidados Postanestésicos								
Si f (%)	15 (26.3)	0	62 (80.5)	0.011	0.677	0.571	0.804	
No f (%)	42 (73.7)	20 (100)	15 (19.5)					
ENA en Unidad de Cuidados Postanestésicos								
0 a 3	44 (77.2)	20 (100)	64 (83.1)	0.018	0.688	0.583	0.811	
4 a 7	13 (22.8)	0	13 (16.9)					

* χ^2

Realizando un análisis multivariado de los factores relacionados con atelectasia pulmonar postoperatoria los factores más relevantes fueron el estado físico de la sociedad americana de anestesiología (ASA) mayor a II con $p = 0.031$, RR 11.0 (1.2-97.5) y el realizar técnica de extubación manual asistida con $p = 0.015$, RR 24.7 (1.8-329.7). (Tabla 8).

Tabla 8. Análisis multivariado de los factores relacionados con atelectasia pulmonar post-operatoria en cirugía laparoscópica.

Factores estudiados *	RR	IC 95%	p
ASA mayor a II	11.0	1.2-97.5	0.031
Extubación manual asistida	24.7	1.8-329.7	0.015
RR = riesgo relativo, IC = intervalo de confianza			

Discusión

Dentro de las complicaciones pulmonares postoperatorias se encuentra el desarrollo de colapso de tejido pulmonar identificadas como atelectasias, las cuales son producto de cambios biofísicos favorecidos por condiciones específicas, entre ellos la pérdida del equilibrio en las fuerzas mecánicas implicadas en la expansión pulmonar al encontrarse bajo anestesia general y ventilación mecánica, aunado a factores de riesgo asociados, con impacto en la morbilidad y mortalidad de los pacientes y el riesgo de una extubación fallida, ventilación mecánica prolongada, ingreso a unidad de cuidados intensivos o de larga estancia intrahospitalaria. (3) (15)

David Lagier y colaboradores (2) mencionan que dentro de los factores de riesgo asociados al desarrollo de atelectasias pulmonares perioperatorias se encuentran el IMC > 25 kg/m², el uso de fracción inspirada de oxígeno elevada (>40%), volumen tidal bajo en ventilación mecánica, el no uso de PEEP, la posición de trendelenburga, presión de neumoperitoneo elevada (> 15 mmHg) y el tiempo quirúrgico mayor a 2 horas, variables que fueron incluidas.

En nuestro estudio se identificaron como factores de riesgo relevantes el IMC, el 58.6% (n=34) de los pacientes con atelectasia postquirúrgica se clasificó con IMC en sobrepeso y el 20.7% (n=12) con obesidad con $p = 0.011$ concordante con lo mencionado por Al-Eddin S. Sagar y colaboradores (4) quienes mencionan que uno de los factores de riesgo principales en la formación de atelectasias pulmonares es el tiempo bajo anestesia general con mayor zonas atelectásicas asociado a IMC alto aunado a la posición quirúrgica de trendelenburg favoreciendo alteraciones en la relación ventilación/perfusión (8).

De acuerdo con el estado físico de la sociedad americana de anestesiología (ASA) el 86.2 % (n=50) de los pacientes fueron clasificados como ASA III-IV comparado con el 13.8% (n=8) clasificados como ASA I-II, siendo un factor de riesgo estadísticamente significativo con $p < 0.001$.

Respecto a los factores protectores se considera el empleo de $FiO_2 < 40\%$, en nuestro estudio el 96.6% (n=56) de pacientes que desarrollaron atelectasia postquirúrgica se utilizó $FiO_2 > 40\%$ lo cual coincide con la bibliografía de referencia. (2)

Según lo mencionado por Heejoon Jeong (11) dentro de las medidas encaminadas a prevenir el desarrollo de atelectasias pulmonares se considera la técnica de extubación por presión soporte con menor incidencia en comparación con la respiración espontánea aunada a asistencia manual intermitente. En nuestros resultados se observó que los pacientes extubados con presión soporte el 56.8% (n=25) desarrollo atelectasia postquirúrgica comparado con el 97.1% (n=33) que fueron extubados con técnica manual asistida.

La ultrasonografía pulmonar es una herramienta que ha sido validada en el diagnóstico de complicaciones pulmonares perioperatorias por su fácil acceso, el considerarse como técnica no invasiva y fácilmente reproducible que permite identificar artefactos asociados a ciertas complicaciones pulmonares entre ellas atelectasias pulmonares pudiendo detectar artefactos pulmonares con atelectasia pulmonar con 80% de sensibilidad y especificidad (9). En este estudio se identificó que el total de pacientes en quienes posterior al rastreo ecográfico postquirúrgico se detectaron artefactos compatibles con atelectasia pulmonar fue de 58 pacientes (74.4%) y sin hallazgos en 20 pacientes (25.6%) cercano a lo establecido en la bibliografía, reafirmado el porque se considera una habilidad operador dependiente, motivo por el cual no se obtuvo el 80% esperado.

El periodo transanestésico juega un papel importante en el pronóstico y evolución satisfactoria del paciente, es en ese periodo en el que el anestesiólogo puede realizar medidas para la prevención de posibles complicaciones, es por eso que el entender y dominar la dinámica ventilatoria empleada durante el periodo trananestésico implementando medidas de protección pulmonar, identificar los factores de riesgo propios del paciente y del tipo de intervención quirúrgica que favorecerían el desarrollo de determinadas complicaciones, así como el dominio ultrasonográfico para rastreo y detección oportuna son parte de las acciones básicas para el manejo integral del paciente en quirófano.

Conclusiones

Tras el análisis de los resultados obtenidos se adoptó la hipótesis nula la cual refiere que la prevalencia de atelectasia postoperatoria de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica hallada es menor del 80% mediante la identificación de artefactos compatibles con atelectasia pulmonar mediante ecografía pulmonar, sin embargo se difiere respecto a los factores de riesgo implicados en su desarrollo, ya que existe relación directa entre los factores de riesgo (uso o no de PEEP, FiO₂ empleado >0.4, uso de Presión soporte o ventilación manual asistida previo a extubación, presión intraabdominal de neumoperitoneo elevada y la posición de Trendelenburg) para su desarrollo.

Se reafirma que la ultrasonografía pulmonar es una técnicas de imagen accesible en unidades de urgencias, Unidad de cuidados intensivos y en áreas quirúrgicas como lo que permite la detección oportuna de hallazgos compatibles con posibles complicaciones pulmonares, entre ellos la atelectasia pulmonar que permite la implementación temprana de medidas de soporte y manejo oportuno.

Referencias bibliográficas

1. Congli Zeng, M.D., Ph.D., David Lagier, M.D., Ph.D., Jae-Woo Lee, M.D., Marcos F. Vidal Melo, M.D., Ph.D. Perioperative Pulmonary Atelectasis: Part I. Biology and Mechanisms. *Anesthesiology* 2022; 136:181-205.
2. David Lagier, M.D., Ph.D., Congli Zeng, M.D., Ph.D., Ana Fernandez-Bustamante, M.D., Ph.D., Marcos F. Vidal Melo, M.D., Ph.D. Perioperative Pulmonary Atelectasis: Part II. Clinical Implications. *Anesthesiology* 2022; 136:206-36.
3. Caifeng Li, Qian Ren, Xin Li, Hongqiu Han, Min Peng, Keliang Xie, Zhiqiang Wang and Guolin Wang. Effect of sigh in lateral position on postoperative atelectasis in adults assessed by lung ultrasound: a randomized, controlled trial. Li et al. *BMC Anesthesiology* (2022) 22:215
4. Ala-Eddin S. Sagar, MD; Bruce F. Sabath, MD; George A. Eapen, MD; Juhee Song, PhD; Mathieu Marcoux, MD, MPH; Mona Sarkiss, MD, PhD; Muhammad H. Arain, MD; Horia B. Grosu, MD, MPH; David E. Ost, MD, MPH; Carlos A. Jimenez, MD; and Roberto F. Casal, MD. Incidence and location of atelectasis developed during bronchoscopy under general anesthesia. *CHEST* 2020; 158(6):2658-2666
7. Wenlong Liu, MM, Xu Zhang, MM, Kai Liu, MB, Zhongjing Kang, MM. Lung ultrasound for the diagnosis of pulmonary atelectasis in both adults and pediatrics. *Medicine* (2022) 101:46
6. Xin Yu, Zhenping Zhai, Yongfeng Zhao, Zhiming Zhu, Jiabin Tong, Jianqin Yan and Wen Ouyang. Performance of lung ultrasound in detecting peri-operative atelectasis after general anesthesia. *Ultrasound in medicine and biology*. Vol. 42, No. 12, pp. 2775-2784, 2016.

7. Sooyoung Cho, Hye-Won Oh, Min Hee Choi, Hyun Jung Lee, and Jae Hee Woo. Effects of Intraoperative Ventilation Strategy on Perioperative Atelectasis Assessed by Lung Ultrasonography in Patients Undergoing Open Abdominal Surgery: a Prospective Randomized Controlled Study. *J Korean Med Sci.* 2020 Oct 12;35(39):e327
8. Audrey Monastesse, MD, Francois Girard, MD, Nathalie Massicotte, MD, Carl Chartrand-Lefebvre, MD, and Martin Girard, MD. Lung Ultrasonography for the Assessment of Perioperative Atelectasis: A Pilot Feasibility Study. *Anesth Analg* 2017;124:494–504
9. Chen Xie, Kai Sun, Yueyang You, Yue Ming, Xiaoling Yu, Lina Yu, Jiapeng Huang and Min Yan. Feasibility and efficacy of lung ultrasound to investigate pulmonary complications in patients who developed postoperative Hypoxaemia-a prospective study. Xie et al. *BMC Anesthesiology* (2020) 20:220
10. S. Spadaro, M.D., Ph.D., S. Grasso, M.D., Ph.D., M. Dres, M.D., A. Fogagnolo, M.D., F. Dalla Corte, M.D., N. Tamburini, M.D., P. Maniscalco, M.D., G. Cavallesco, M.D., V. Alvisi, M.D., T. Stripoli, M.D., Ph.D., E. De Camillis, M.D., R. Ragazzi, M.D., C. A. Volta, M.D. Point of care ultrasound to identify diaphragmatic dysfunction after thoracic surgery. *Anesthesiology* 2019; 131:266-78.
11. Heejoon Jeong, M.D., Pisitpitayasaree Tanatporn, M.D., Hyun Joo Ahn, M.D., Ph.D., Mikyung Yang, M.D., Ph.D., Jie Ae Kim, M.D., Ph.D., Hyeon Yeo, M.D., Woojin Kim, M.D. Pressure support versus spontaneous ventilation during anesthetic emergence - Effect on postoperative atelectasis: A randomized controlled trial. *Anesthesiology* 2021; XXX:00-00.
12. Ley General de Salud. Nueva ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 07 de febrero de 1984. Última reforma publicada DOF 16-05-2022 [Internet]. [México]; Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. [Citado 2023 Abr 04]. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf_mov/Ley_General_de_Salud.pdf
13. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud. Nuevo reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 06 de enero de 1987,

última reforma publicada DOF 02-04-2014 [Internet]. [México]; [Citado 2023 Abr 04] Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGS_MIS.pdf

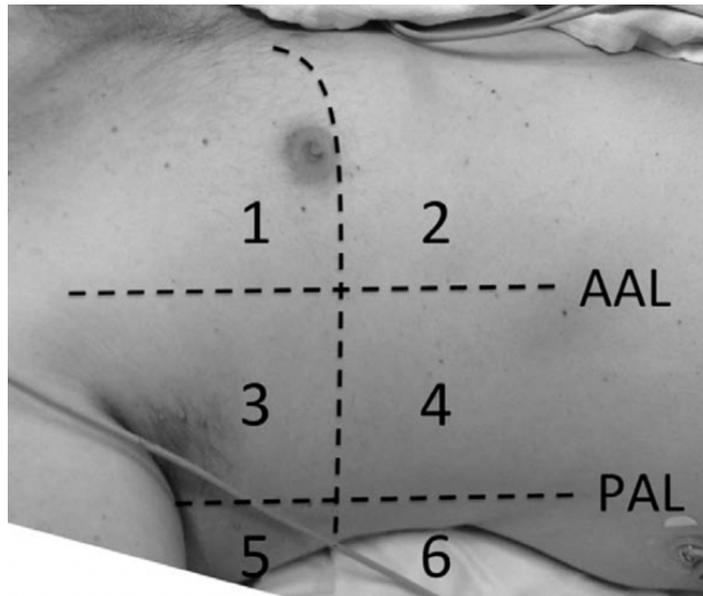
14. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos [Internet]. México; 2009 Nov 05 [Citado 2023 Abr 04]. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5284148&fecha=04/01/2013#:~:text=NORMA%20Oficial%20Mexicana%20NOM%2D012,la%20salud%20en%20seres%20humanos.

15. Treschan T, Malbouisson LM, Beiderlinden M. Intraoperative mechanical ventilation strategies to prevent postoperative pulmonary complications in patients with pulmonary and extrapulmonary comorbidities. *Best Prac Res Clin Anaesthesiol.* 2015 Sep;29(3):341-55. doi: 10.1016/j.bpa.2015.08.002

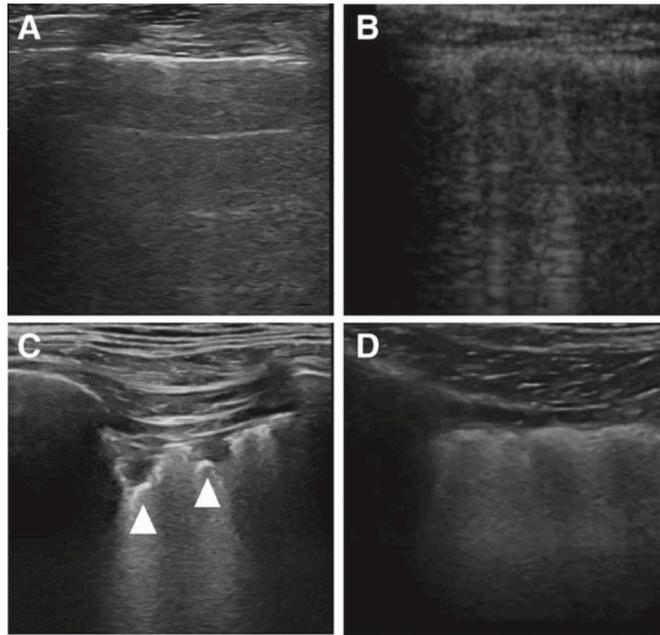
Anexos

Hallazgos ecográficos

Para el rastreo ultrasnográfico cada hemitórax se dividió en 6 secciones mediante líneas verticales paraesternal axilar anterior y axilar posterior paravertebral, interceptado por una línea horizontal a nivel de 5to espacio intercostal. El rastreo se realizó en orden anterior-posterior y en sentido craneal-caudal tanto en hemitórax derecho e izquierdo, con un total de 12 secciones. Secciones posteriores se realizaron colocando al paciente en posición lateral. (8)



Los hallazgos ultrasonográficos se clasificaron: Grado 0: pulmón normal con líneas A (horizontales) / "Sliding" pulmonar. Grado 1: Dos o más líneas B (verticales) en mismo espacio intervertebral. Grado 2: Consolidaciones yuxtapleurales con pérdida de "Sliding" pulmonar. (6)



Hallazgos ecográficos asociados a atelectasia:

- A. Pulmon normal. Líneas A. Sliding pulmonar.
- B. Líneas B verticales >2-3 por espacio intercostal.
- C. Consolidación yuxtapleural con pérdida de aireación pulmonar.
- D. Pérdida de línea A con consolidaciones.

Hoja de recolección de datos

Ficha de identificación			
Nombre			
Diagnostico			
Cirugía programada			
Edad:	ASA	IMC	
Genero:	1. I	1. <18.5	
	2. II	2. 18.5-24.9	
	3. III	3. 25-29.9	
	4. IV	4. 30-34.9	
	5. V	5. 35-39.9	
		6. >40	
Dinámica ventilatoria en Periodo Transanesésico			
Extubación con: 1. Ventilación con presión soporte 2. Ventilación manual asistida	Periodo de hipoxemia transoperatoria <92%: 1. (si) 2. (no)	FiO2 Empleado:	Volumen tidal por peso predicho:
Relajación neuromuscular residual <0.9%: 1. (si) 2. (no)	Uso de PEEP: 1. (si) 2. (no)	Posición de Trendelenburg: 1. (si) 2. (no)	Uso de analgesia multimodal: 1. (si) 2. (no)
Hallazgos Ecográficos			

Hemitorax Derecho (Líneas A-B) Secciones: 1. 2. 3. 4. 5. 6.	Hemitorax Izquierdo (Líneas A-B) Secciones 1. 2. 3. 4. 5. 6.	Neumoperitoneo empleado en mmHg:
Estancia en Unidad de Cuidados postanestésicos		
SpO2 <92%: 1. (si) 2. (no)	ENA en UCPA: 0-3: Leve 4-7: Moderado 8-10: Severo	Tiempo quirúrgico > 2 horas: 1. (si) 2. (no)

Consentimiento Informado

<p>INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN Y POLITICAS DE SALUD COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD CARTA DE CONSENTIMIENTO INFOMADO (ADULTOS)</p> <p>CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN</p>	
Nombre del estudio:	“Prevalencia y factores de riesgo de Atelectasia Pulmonar postoperatoria en cirugía Laparoscópica”
Patrocinador externo	No aplica.
Lugar y fecha:	Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”, Centro Médico Nacional “La Raza”, Instituto Mexicano del Seguro Social.
Número de registro:	R-2023-3501-090
Justificación y objetivo del estudio:	Se le realizará un ultrasonido con un equipo que se le coloca directamente en su pecho y espalda el cual nos permite ver por dentro a sus pulmones, es un procedimiento que no lastima ni expone a radiación a comparación de una tomografía. El rastreo se realizará antes de entrar a cirugía y cuando se encuentre en la sala de recuperación después de la operación, de esta forma vamos a comprobar si existió algún cambio en sus pulmones después de la anestesia general y nos permitirá detectar imágenes que nos sugieran algún daño para darle un manejo y tratamiento adecuado.
Procedimientos:	Se le realizará un ultrasonido con un equipo que se le coloca directamente en su pecho y espalda que nos permite observar por dentro a sus pulmones. El procedimiento se realizará antes y después de su cirugía. En caso de que se detecte alguna imagen sugestiva de daño pulmonar se le realizará una radiografía para confirmar esos hallazgos, es un estudio que similar a una fotografía que no duele y se realizará después de la cirugía.
Posibles riesgos y molestias:	Cuando le pongamos el aparato en piel puede estar frío y ser un poco incómodo, pero no le dolerá.
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	Va a ayudar a identificar de forma rápida y temprana alguna complicación en sus pulmones, y de esa forma dar un tratamiento oportuno. Además a otras personas que también vengán a las misma cirugía que usted nos ayudará a que todo salga mejor basado en lo que podamos ver con su estudio.

Información sobre resultados y alternativas de tratamiento: Agua, pus, infecciones en el pulmón. Inicio temprano de terapia antibiótica, vigilancia y manejo de líquidos en hospitalización.

Participación o retiro: Usted es libre de negarse a participar en este estudio. En caso de que acepte participar, es libre para retirarse del mismo en cualquier momento sin que eso significara una sanción o que llegara a afectar la atención que el IMSS le proporciona.

Privacidad y confidencialidad: Los datos que usted nos proporcione serán manejados con confidencialidad y permanecerán en un lugar cerrado sólo con acceso a los investigadores. Los investigadores se comprometen a que no será identificado en las presentaciones o publicaciones derivadas de esta investigación.

En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:

Investigador responsable: Dr. Arnulfo Calixto Flores, Teléfono: 5534590203, Correo Electrónico: drrufo@hotmail.com

Colaboradores: Dra. Alicia Natalia Lobato Piña, Teléfono: 6643588544, Correo electrónico: natalia_lobatop@hotmail.com

En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comisión de Ética de Investigación de la CLES del IMSS: Seris y Zaachila S/N Colonia La Raza. México, D.F., CP 02990. Teléfono (55) 57 245900 extensión 23008.

Nombre y firma del sujeto		Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento	
Testigo 1		Testigo 2	
Nombre, dirección, relación y firma		Nombre, dirección, relación y firma	
Clave: 2810-009-013			