



BUAP

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Departamento de Posgrado del Área de la Salud

UMAЕ Hospital de Especialidades de Puebla
Centro Médico Nacional
Gral. De Div. "Manuel Ávila Camacho"

"Incidencia de atelectasias en el paciente expuesto a cirugía torácica bajo anestesia general balanceada en el Hospital de Especialidades de Puebla, Centro Médico Nacional General de Div. Manuel Ávila Camacho, IMSS Puebla".

Tesis para obtener el grado de Especialidad en Anestesiología

Presenta:

Mitzy Alejandra Baños Alvarado

Directores:

Dr. Víctor Hugo Ortega Zúñiga

Dra. Nancy Berenice Sánchez Tomay



H. Puebla de Zaragoza, enero de 2020



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud 2105.
HOSP TRAUMA Y ORTOPEDIA PUEBLA

Registro COFEPRIS 17 CI 21 114 025

Registro CONBIOÉTICA CONBIOETICA 21 CEI 008 2017121

FECHA Viernes, 26 de julio de 2019

Dr. NANCY BERENICE SANCHEZ TOMAY

PRESENTE


Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **Incidencia de atelectasias en el paciente expuesto a cirugía torácica bajo anestesia general balanceada en el Hospital de Especialidades de Puebla, Centro Médico Nacional General de Div. Manuel Ávila Camacho, IMSS Puebla** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional

R-2019-2105-030

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

ATENTAMENTE


Dr. Carlos Francisco Morales Flores
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 2105

Imprimir

IMSS

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



Dictamen de Aprobado

Comité de Ética en Investigación 21058.
HOSP TRAUMA Y ORTOPEDIA PUEBLA

Registro COFEPRIS 17 CI 21 114 025

Registro CONBIOÉTICA CONBIOETICA 21 CEI 008 2017121

FECHA Jueves, 25 de julio de 2019

Dr. NANCY BERENICE SANCHEZ TOMAY

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **Incidencia de atelectasias en el paciente expuesto a cirugía torácica bajo anestesia general balanceada en el Hospital de Especialidades de Puebla, Centro Médico Nacional General de Div. Manuel Ávila Camacho, IMSS Puebla** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de Investigación, por lo que el dictamen es **APROBADO**:

Número de Registro Institucional

Sin número de registro

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

ATENTAMENTE

Dr. JOSÉ PEDRO MARTINEZ ASENCION
Presidente del Comité de Ética en Investigación No. 21058

[Imprimir](#)

IMSS
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL



**GOBIERNO DE
MÉXICO**

DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS
UNIDAD DE ATENCIÓN MÉDICA
COORDINACIÓN DE UNIDADES MÉDICAS DE
ALTA ESPECIALIDAD



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DE PUEBLA

PUEBLA, PUE., A 13 de enero de 2020

AUTORIZACION DE IMPRESIÓN DE TESIS DE ESPECIALIDAD

LOS ASESORES: **Victor Hugo Ortega Zúñiga**

Nancy Berenice Sánchez Tomay

DE LA TESIS TITULADA:

Incidencia de atelectasias en el paciente expuesto a cirugía torácica bajo anestesia general balanceada en el Hospital de Especialidades de Puebla, Centro Médico Nacional General de Alta Especialidad de Puebla, Unidad Médica de Alta Especialidad de Especialidades de Puebla, Centro Médico Nacional General de Alta Especialidad de Puebla, IMSS Puebla

REALIZADA POR EL MÉDICO RESIDENTE: **Mitzy Alejandra Baños Alvarado**

DE LA ESPECIALIDAD:

Anestesiología

HACEMOS CONSTAR QUE ESTE TRABAJO CIENTIFICO HA SIDO REVISADO Y AUTORIZADO EN EL SIRELCIS
CON **NÚMERO DE REGISTRO NACIONAL: R-2019-2105-030**

AUTORIZAMOS SU IMPRESIÓN

(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)

Victor Hugo Ortega Zúñiga

(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)

Nancy Berenice Sánchez Tomay

(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)

(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)



GOBIERNO DE
MÉXICO

CARTA COMPROMISO

Puebla, Puebla, a 13 de enero de 2020.

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
PRESENTE

El (la) suscrito (a) Mitzy Alejandra Baños Alvarado, en mi calidad de estudiante y habiendo sido beneficiario de la residencia médica de anestesiología de fecha 2017-2020 y estando cursando la (el) (maestría/doctorado/residencia) en anestesiología, manifiesto bajo protesta de decir verdad que soy autor del trabajo de Tesis titulado Incidencia de atelectasias en el paciente expuesto a cirugía torácica bajo anestesia general balanceada en el Hospital de Especialidades de Puebla, Centro Médico Nacional General de Div. Manuel Ávila Camacho, IMSS Puebla.

_____, el cual ha sido asesorado por el (los) doctor

(es) Victor Hugo Ortega Zúñiga Nancy Berenice Sánchez

Tomay en las instalaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social. Por tanto, para fines de divulgación y publicación sobre la metodología, resultados y/o otra información desarrollada durante el proyecto, reconozco que deberé contar con la autorización escrita de todos los autores.

Asimismo, manifiesto que en caso de que el presente trabajo implique derechos de propiedad industrial e intelectual como resultado de su desarrollo, tomando en consideración que será producto de una investigación practicada en las instalaciones del Instituto y con pacientes, equipos, materiales y diversos instrumentos de su propiedad, se reconoce como legítimo propietario de dicha novedad al Instituto Mexicano del Seguro Social; en donde el suscrito participa en colaboración con mi (los) asesor (es), por lo que mi colaboración y derechos estará sujeta al porcentaje de autoría que corresponda a mi participación en relación con los demás autores en colaboración.

Mitzy Alejandra Baños Alvarado

Atentamente

Nombre y firma

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por todo su apoyo, cariño y enseñanzas, por su enorme amor, soy muy bendecida al tenerlos.

A Jacob, por su nobleza y maravilloso corazón.

A mis maestros por su invaluable trabajo y dedicación.

Índice

Resumen.	7
1. Introducción.	9
1.1 Antecedentes generales.	9
1.2 Antecedentes específicos.	13
2. Planteamiento del problema.	23
3. Justificación.	24
4. Material y métodos.	25
Tipo de estudio	25
Pacientes	25
Instrumentos	25
Procedimientos	25
Análisis estadístico	26
5. Resultados	27
6. Discusión	41
7. Conclusiones	44
8. Bibliografía.	46

Resumen

Título: “Incidencia de atelectasias en el paciente expuesto a cirugía torácica bajo anestesia general balanceada en el Hospital de Especialidades de Puebla, Centro Médico Nacional General de Div. Manuel Ávila Camacho, IMSS Puebla”.

Autores: Baños Alvarado Mitzy Alejandra ¹, Ortega-Zúñiga Víctor Hugo¹, Sánchez-Tomay Nancy Berenice¹.

¹Hospital de Especialidades de Puebla, Centro Médico Nacional “General de Div. Manuel Ávila Camacho”, Instituto Mexicano del Seguro Social.

Correspondencia: mitzy_kn5@hotmail.com

Introducción: El término atelectasia se deriva de las palabras griegas ateles y ektasis, que significan expansión incompleta. Se define como un volumen disminuido que afecta a todo o parte de un pulmón. Es la complicación pulmonar más frecuente tras cirugía cardíaca, observándose en placas de tórax posoperatorias en 50 a 90% de los pacientes. Los pacientes con más probabilidades de desarrollar ésta complicación, son aquellos obesos, con un ASA >III, bajo anestesia general, en posición de decúbito supino, que hayan tenido un tiempo de bomba prolongado, FiO₂ alta, anestesia de más de 3-4 horas, transfusión de 4 o más unidades de glóbulos rojos durante la cirugía, ausencia de maniobras de reclutamiento pulmonar, existencia previa de comorbilidad cardiovascular y enfermedades pulmonares subyacentes. La atelectasia pulmonar es una de las anomalías más frecuentes en las radiografías de tórax; observándose con mayor frecuencia a las 72 horas posterior al evento quirúrgico; han demostrado ser la principal causa de disfunción respiratoria postoperatoria luego de cirugía cardíaca, crean alteraciones en la mecánica pulmonar, oxigenación y ventilación que pueden llevar a otras complicaciones peri y postoperatorias, aumento de la estancia hospitalaria y mortalidad.

Objetivo general: Identificar la incidencia y los factores asociados al desarrollo de atelectasias a las 24 y 72 horas en el paciente expuesto a cirugía torácica, específicamente, recambio valvular, bajo anestesia general balanceada.

Material y métodos: Se realizó un estudio de tipo transversal, observacional y descriptivo en pacientes expuestos a cirugía torácica, específicamente recambio valvular, bajo anestesia general balanceada en el Hospital de Especialidades de Puebla, Centro Médico Nacional General de Div. Manuel Ávila Camacho, durante el periodo abril-octubre 2019. Se incluyeron 35 pacientes, a los cuales se les revisó placa de tórax previo a cirugía y placa de control a las 24 y 72 horas del evento quirúrgico, así mismo, se analizaron factores de riesgo asociados. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa estadístico SPSS V 25; estadística descriptiva, medidas de tendencia central y dispersión para variables ordinales, frecuencias y tablas cruzadas para variables cualitativas; los resultados se expresaron en cuadros y gráficas.

Resultados: Existe una mayor incidencia de atelectasias en pacientes del género femenino a las 72 horas y se presenta con mayor frecuencia en personas alrededor o mayor de los 60 años. El recambio valvular aórtico fue el más común en la población de este estudio. El decúbito supino, la anestesia general balanceada, una clasificación de ASA mayor de III y la obesidad, contribuyeron en la aparición de atelectasias, mientras que el uso de medidas de protección pulmonar influyó en la prevención de su aparición. Con base a la población de estudio, no se concluye si el tiempo de derivación cardiopulmonar prolongado, la anestesia mayor a tres horas, la transfusión de cuatro o más paquetes globulares o las comorbilidades cardiovasculares influyen en el desarrollo de atelectasias posoperatorias, no así las comorbilidades pulmonares preexistentes, las cuales demostraron predisponer al paciente al desarrollo de atelectasias.

Conclusión: La incidencia de atelectasias a las 24 horas fue del 34.28% y a las 72 horas el 88.57%. La concordancia entre el desarrollo de atelectasias a las 24 y 72 horas fue del 14%. Se deben identificar los factores de riesgo preoperatorios, intraoperatorios y posoperatorios relacionados con la aparición de atelectasias, así mismo, implementar estrategias de prevención y tratamiento con el fin de disminuir la estancia hospitalaria prolongada, morbilidad y mortalidad asociadas a esta complicación pulmonar posoperatoria.

Palabras clave: Atelectasias, incidencia, ventilación mecánica, cirugía torácica, recambio valvular, anestesia general balanceada, factores asociados, prevención, complicaciones.

1. Introducción

1.1 Antecedentes Generales

La atelectasia pulmonar es la pérdida de volumen de un pulmón, un lóbulo o un segmento.¹

Representa el colapso de los alveolos demostrable radiográficamente por una opacificación pulmonar con cambio del mediastino, hilio o hemidiafragma hacia el área afectada, y la presencia de sobreinflación compensatoria en el pulmón no atelectásico adyacente.

Se clasifica en cinco tipos. La atelectasia obstructiva o por reabsorción: ocurre tras una obstrucción entre la tráquea y los alveolos, puede ocurrir en un bronquio principal o bronquios de menor calibre. La atelectasia pasiva o por relajación: consiste en una pérdida de volumen asociado a procesos que afectan la cavidad torácica, como la presencia de neumotórax o derrame pleural. La velocidad y extensión a la que se desarrolla la atelectasia depende de varios factores, incluida la ventilación colateral que está presente y la composición del gas inspirado; el patrón de atelectasia a menudo depende de la ventilación colateral, que es proporcionada por los poros de Kohn y los canales de Lambert. La atelectasia por compresión: es secundaria a una alteración adyacente ocupante de espacio o por la concentración de tejido fibroso en la pleura adyacente. La atelectasia por cicatrización: se debe a la contracción de tejido fibroso intersticial a medida que madura, puede ser focal o difusa. La atelectasia no obstructiva o adhesiva: se relaciona con un déficit de surfactante; al igual que en la atelectasia pasiva, por compresión o cicatrización, se asocia a comunicaciones permeables con vías aéreas de gran tamaño.

Tipos de atelectasia pulmonar.

TIPO	EJEMPLO
Obstructiva (reabsortiva)	Carcinoma broncogénico Cuerpos extraños Tapones mucosos Tubos endotraqueales mal posicionados
Pasiva	Derrame pleural Neumotórax
Compresiva	Bullas, abscesos Tumor periférico
Cicatricial	Tuberculosis postprimaria Fibrosis por radiación
Adhesiva	Disfunción del surfactante (síndrome de distrés respiratorio, embolismo pulmonar, neumonitis por radiación, contusión pulmonar...)

Las atelectasias corresponden a la falta de aireación o colapso del parénquima pulmonar. Los tres principales factores que mantienen la apertura alveolar son:

- La presión transpulmonar; es la presión ejercida hacia afuera del alvéolo durante todo el ciclo respiratorio y depende de la presión en la vía aérea o presión intra-alveolar menos la presión pleural. Ya que la presión pleural se hace más positiva por efecto de la gravedad, las zonas más dependientes tendrán menor presión transpulmonar y por tanto mayor tendencia al colapso.
- El soporte mecánico producido por las fibras colágenas y elásticas; constituyen un esqueleto que se opone a las fuerzas que favorecen el colapso alveolar al final de la espiración.
- El surfactante alveolar; preserva la arquitectura alveolar al disminuir la tensión superficial producida por el contacto entre el gas y el tejido alveolar.

La atelectasia es la complicación pulmonar más común tras cirugía cardíaca, observándose en placas de tórax posoperatorias en 50 a 90% de los pacientes. Entre los factores asociados a la aparición de atelectasias se encuentran: la edad, suelen ser más comunes en personas alrededor o mayor de los 60 años, ya que la capacidad de cierre está aumentada, favoreciendo el colapso pulmonar sobre todo en el decúbito. La presencia de obesidad, los pacientes obesos tienen mayor riesgo de presentar atelectasias en el intra y postoperatorio, el mayor peso del tórax y el abdomen hacen que estos pacientes tengan una menor distensibilidad pulmonar, una mayor presión intra-abdominal y una menor capacidad residual funcional. ASA >III. Antecedente de anestesia general, la incidencia de atelectasia en los pacientes sometidos a anestesia general tras la inducción es del 90%. La posición de decúbito supino, disminuye la capacidad residual funcional (CRF) ya que provoca el desplazamiento cefálico del diafragma, lo que disminuye aún más el gradiente de presión transmural y aumenta la probabilidad de atelectasia. Tiempo de bomba prolongado, la circulación extracorpórea (CEC), merece una especial atención pues las complicaciones respiratorias pueden alcanzar una incidencia hasta del 30% especialmente cuando se usa bypass cardiopulmonar (BCP), ya que durante la circulación extracorpórea, los pulmones no están perfundidos por lo que pueden colapsar, al ser reexpandidos, el grado de atelectasia desarrollado permanece, así mismo, se induce una respuesta inflamatoria sistémica a nivel pulmonar y lesión por isquemia-reperfusión, ya que en la circulación extracorpórea, existe activación del sistema de complemento y neutrófilos que causan secuestro de células inflamatorias a nivel de la microvasculatura pulmonar y aumento de la permeabilidad capilar, aumenta también el nivel de tromboxano, causando mayor lesión a la microvasculatura. Por otra parte, la lesión por reperfusión después de la isquemia genera liberación de radicales libres de oxígeno contribuyendo a la peroxidación lipídica. El uso de una alta concentración de oxígeno inspiratorio (FiO₂ alta) durante la inducción y el mantenimiento de la anestesia general también contribuye a la formación de atelectasia a través del mecanismo de absorción, en pacientes bajo

cirugía cardíaca, se recomienda no exceder de 80% de FIO₂. Anestesia de más de 3-4 horas. Transfusión de 4 o más unidades de glóbulos rojos durante la cirugía. Ausencia de maniobras de reclutamiento pulmonar. Existencia previa de comorbilidad cardiovascular. Fracción de eyección <50%. Enfermedades pulmonares subyacentes².

Se ha demostrado que la presencia de atelectasias puede contribuir a afecciones graves, como insuficiencia respiratoria y neumonía.³

SIGNOS RADIOLÓGICOS DE ATELECTASIA

Signos directos de atelectasia:

- Desplazamiento cisural hacia el lóbulo colapsado: es el signo más seguro de pérdida de volumen pulmonar, y en ausencia de consolidación del área colapsada puede ser el único signo de su existencia.
- Signos broncovasculares: es el signo más precoz de pérdida de volumen y consiste en el agrupamiento de las estructuras vasculares y bronquiales que reflejan la expansión incompleta del pulmón.

Signos indirectos de atelectasia:

- Aumento de densidad del lóbulo afectado: la consolidación del lóbulo colapsado no es un signo constante y debe acompañarse de otros signos, ya que si no, puede ser debida simplemente a una neumonía.
- Elevación del diafragma ipsilateral: especialmente en las atelectasias de los lóbulos inferiores. Puede también ser producida por otras lesiones torácicas o abdominales.
- Desviación ipsilateral traqueal/cardiaca/mediastínica: se aprecia con frecuencia en la atelectasia del lóbulo superior y en el colapso pulmonar completo.
- Elevación o descenso hilar: es el signo indirecto más importante. La elevación hilar se produce con frecuencia en la atelectasia del lóbulo superior y el descenso en la del lóbulo inferior. La atelectasia de la llingula o del lóbulo medio no suelen producir desplazamiento hilar.
- Hiperinsuflación compensadora de otro(s) lóbulo(s): es un signo de atelectasia crónica.
- Estrechamiento ipsilateral de espacios intercostales: en pérdidas de volumen muy marcadas puede producirse retracción de la pared torácica con aproximación de las costillas en la zona de atelectasia.
- Desplazamiento de marcas parenquimatosas: p.ej. granulomas, clips quirúrgicos.⁴

Según Magnusson y colaboradores, las atelectasias fueron la principal causa de hipoxemia y presencia de shunt después del bypass cardiopulmonar (CPB). Gale y colaboradores, en su estudio sobre la incidencia de complicaciones pulmonares tras cirugía cardíaca, encontró evidencia radiográfica de atelectasias en el 64% de un total de 50 pacientes operados consecutivamente. En el primer día postoperatorio, Tenling y colaboradores, realizaron tomografías computarizadas de tórax en 18 pacientes que se sometieron a cambio de válvula mitral o RM con derivación cardiopulmonar, observaron densidades pulmonares dependientes bilaterales en todos menos un paciente; éstas densidades pulmonares correspondieron aproximadamente a 20% del parénquima pulmonar colapsado. Vargas y colaboradores, identificaron que la reducción más importante en la FVC ocurre inmediatamente después de la cirugía, mejorando gradualmente, sin embargo, hasta el décimo día postoperatorio la FVC se mantuvo más del 30% por debajo de los valores preoperatorios presentando además atelectasias en 38 de 125 pacientes.⁵

En pacientes sometidos a cirugía de alto riesgo, las complicaciones pulmonares postoperatorias (CPP) son frecuentes y se asocian a un aumento en la morbilidad y mortalidad. La estructura pulmonar durante la cirugía se ve alterada debido a la liberación de mediadores inflamatorios e incluso translocación bacteriana. Además, la anestesia y la parálisis neuromuscular relajan los músculos respiratorios causando elevación del diafragma, produciendo entonces, disminución del volumen pulmonar y formación de atelectasias en las regiones pulmonares más dependientes. Las atelectasias y la reducción del volumen pulmonar se asocian a alteraciones en la oxigenación intraoperatorias, aumento del espacio muerto y reducción de la capacidad pulmonar. También se ha informado que una fracción de oxígeno inspiratorio superior al 80% facilita la formación de atelectasias. Se ha hipotetizado que las atelectasias intraoperatorias y el desarrollo de lesión pulmonar inducida por ventilador (VILI) pueden promover complicaciones respiratorias postoperatorias y empeorar el resultado clínico.⁶

Hoy en día, más pacientes de alto riesgo se someten a intervenciones quirúrgicas cardíacas y cada vez más pacientes reciben procedimientos complejos. La cirugía cardíaca es un factor de riesgo conocido para el desarrollo de complicaciones pulmonares peri y postoperatorias, aumento de la estancia hospitalaria y mortalidad.⁷

1.2 Antecedentes Específicos

Estudios basados en tomografía computarizada torácica (TC) han demostrado que el colapso pulmonar se distribuye principalmente a las regiones dependientes, cerca del diafragma y puede abarcar hasta el 35% del parénquima pulmonar global. Suele atribuirse a la anestesia general, a la alta concentración de oxígeno inspiratorio y al bypass cardiopulmonar.

La cefalización del diafragma relajado causa compresión de las porciones caudales en los lóbulos inferiores, así como la manipulación quirúrgica de las estructuras pulmonares para permitir una mejor visualización del campo quirúrgico y la despresurización del sistema respiratorio durante el bypass cardiopulmonar (BCP). Sin embargo, a pesar del hecho de que la mayoría de los mecanismos que conducen al colapso pulmonar intraoperatorio se desvanecen cuando los pacientes despiertan y vuelve a aparecer espontáneamente la respiración; la atelectasia postoperatoria y la hipoxemia pueden persistir durante varios días. Se ha postulado la compresión pulmonar inducida por el corazón en cuanto al desarrollo y perpetuación de las atelectasias pulmonares después de la cirugía cardíaca con BCP, en la posición supina, grandes segmentos de los lóbulos inferiores están ubicados debajo del corazón, la respuesta inflamatoria sistémica, el balance positivo de líquidos y el edema de la pared cardíaca pueden contribuir a un aumento en el peso del corazón, causando compresión pulmonar.⁸

La atelectasia es la más común de las complicaciones pulmonares posoperatorias tras cirugía cardíaca, puede ocurrir en cualquier parte del pulmón, pero la parte más afectada es el lóbulo inferior del pulmón izquierdo y se ha informado que su prevalencia es del 16 al 88 por ciento. El diagnóstico de atelectasia y la forma en que continúa es muy importante porque puede causar derrame pleural, ventilación mecánica prolongada, posible neumonía y mortalidad en el paciente. Saffari y colaboradores, estudiaron la frecuencia de atelectasia en pacientes después de un injerto de arteria coronaria. Su muestra fue de 375 pacientes a los cuales se les tomó placa de tórax previo a la cirugía y en el primer y segundo día después del procedimiento, los resultados fueron verificados por dos radiólogos que no estaban al tanto de las observaciones previas ni la cirugía. Los resultados indicaron que 123 de 375 pacientes (32.8%) fueron diagnosticados con al menos un tipo de atelectasia durante los primeros tres días después de la cirugía. La edad media de los pacientes diagnosticados de atelectasia fue de 62,9 y la mayoría de ellos eran mujeres. Los resultados también mostraron que existía una relación significativa entre la frecuencia postoperatoria de atelectasia y las enfermedades pulmonares de los pacientes y las enfermedades subyacentes como la diabetes y la hiperlipidemia, el hábito de fumar y el consumo de alcohol antes de la cirugía y la transfusión de al menos 4 unidades de glóbulos rojos durante la cirugía, concluyendo que la atelectasia es la complicación postoperatoria más común en este tipo de cirugía y más aún en pacientes con afecciones pulmonares previas.⁹

Al-Qubati y colaboradores, determinaron la incidencia de complicaciones pulmonares tras cirugía cardíaca abierta, así como la presencia de factores predisponentes asociados a las mismas. La incidencia acumulada de complicaciones pulmonares fue del 15.08%, con una tasa de mortalidad del 18.5%. Las complicaciones pulmonares ocurrieron en el 7,82% de los pacientes con revascularización de la arteria coronaria, el 2,23% en pacientes con reemplazo valvular y el 5,05% en los pacientes con cardiopatía congénita. El síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) ocurrió en el 3,35% de los pacientes con una tasa de mortalidad de aproximadamente el 66,6%, la dehiscencia esternal y la mediastinitis en el 1,6%, con una mortalidad del 33,3%, la neumonía en el 2,79%, la atelectasia en el 3,35%, el derrame pleural en el 2,22% y el neumotórax en el 0,55%. Los factores más predisponentes fueron la transfusión de sangre masiva, la reexploración para el control del sangrado postoperatorio, la reanimación cardiopulmonar y la estancia prolongada en la unidad de cuidados intensivos. Concluyen que en su estudio, la atelectasia ocurrió en 1.11% (2 de 179), explican esta baja incidencia a la probable presencia de micro-atelectasia o atelectasia miliar, la cual es generalmente indetectable tanto clínica como radiográficamente.¹⁰

La reducción en los volúmenes pulmonares y la oxigenación, son comunes durante el periodo inicial después de la cirugía a corazón abierto. Los efectos de la estereotomía media, hipotermia, disección de la arteria mamaria interna y el uso del bypass cardiopulmonar influyen negativamente en la función pulmonar. En comparación con los valores preoperatorios, la reducción de la capacidad vital forzada (CVF) y del volumen espiratorio forzado en 1 segundo (FEV1) son del 40 % al 50% del primer al tercer día posoperatorio. En el segundo día postoperatorio, se informa una reducción media del 63% en la capacidad vital (CV) en comparación con los valores preoperatorios. Los volúmenes pulmonares pueden permanecer agotados durante tres a cuatro meses después de la cirugía. Las atelectasias postoperatorias son comunes en todos los pacientes que se someten a cirugía de corazón abierto, la disminución de los volúmenes pulmonares alteran el intercambio gaseoso. Se informa una correlación inversa entre el área atelectásica y la oxigenación arterial (PaO₂) en el primer y segundo día postoperatorio después de la cirugía a corazón abierto. Se han empleado técnicas para limitar la disminución del volumen pulmonar, las atelectasias y para aumentar la oxigenación después de la cirugía a corazón abierto, éstos incluyen ejercicios de respiración postoperatorios, técnicas efectivas para toser, movilización temprana y entrenamiento muscular inspiratorio.¹¹

Estudios previos demostraron que las complicaciones pulmonares posoperatorias se asociaron con una serie de factores de riesgo perioperatorio, como la edad, el estado general de salud, tabaquismo, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), el tipo de cirugía y la albúmina sérica. Por lo tanto, la identificación de los factores de riesgo perioperatorio, es una manera importante de mejorar la calidad de la atención en pacientes quirúrgicos.¹²

La cirugía cardíaca con frecuencia resulta en síndrome postoperatorio de restricción pulmonar. Este síndrome es multifactorial e incluye dolor postoperatorio, atelectasia por absorción, efecto de fármacos anestésicos / sedantes y disfunción del nervio frénico. Todos estos, combinados, conducen a una alta incidencia de complicaciones pulmonares postoperatorias, que incluyen: retención de secreciones traqueo-bronquiales, atelectasia y neumonía. Estas complicaciones producen hipoxemia secundaria, uso prolongado del ventilador y neumonía asociada a ventilación mecánica, extienden la estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) y en el hospital, incrementan la morbilidad y la mortalidad. La presión positiva continua en la vía aérea (CPAP) puede restaurar la capacidad residual funcional (FRC) al valor preoperatorio, mejorar la oxigenación y disminuir el trabajo respiratorio. La ventilación con presión soporte (PSV) en BiPAP permite el reclutamiento de zonas de colapso alveolar y el PEEP previene el colapso alveolar en la espiración final, lo que mejora la oxigenación y disminuye la atelectasia postoperatoria. Vats y colaboradores, realizaron un estudio prospectivo aleatorizado, controlado con placebo para ver la efectividad del uso profiláctico de BiPAP en la prevención de la atelectasia postoperatoria en pacientes post operados de cirugía cardíaca. Concluyeron que en pacientes sometidos a cirugía cardíaca electiva con baja fracción de eyección (FEVI < 35%), el uso intensivo de BiPAP puede considerarse como un medio eficaz para evitar las consecuencias perjudiciales de la cirugía cardíaca en las complicaciones pulmonares postoperatorias secundarias, esto se demostró por una incidencia significativamente más baja (10% frente a 60%) en la formación de atelectasias, menor incidencia de neumonía y mayor PaO₂.¹³

Las complicaciones pulmonares postoperatorias influyen en la morbilidad y la mortalidad quirúrgica, particularmente durante la primera semana postoperatoria. Su incidencia varía de 6% a 80%. Las complicaciones pulmonares postoperatorias ocurren en aproximadamente un tercio de todos los pacientes con enfermedad sistémica grave (estado físico ASA 3). Las complicaciones pulmonares postoperatorias (CPP) frecuentemente consideradas leves (por ejemplo, atelectasias) merecen una mayor atención. Los esfuerzos para reducir estas CPP pueden contribuir a mejorar los resultados perioperatorios y a estancias hospitalarias más cortas.¹⁴

El sistema respiratorio puede tardar seis semanas en volver a su estado preoperatorio después de la anestesia general para cirugía mayor. Los factores de riesgo para el desarrollo de la CPP son numerosos y los médicos deben conocer los factores no modificables y modificables para reconocer a los que están en riesgo y optimizar su atención. Las medidas preventivas incluyen la optimización preoperatoria de las comorbilidades, el abandono del hábito de fumar y la corrección de la anemia, además de estrategias de ventilación protectora intraoperatoria y manejo adecuado de los bloqueadores neuromusculares. La ventilación protectora incluye bajos volúmenes corrientes, que deben calcularse de acuerdo con el peso

corporal ideal del paciente. Cuando se usa PEEP, puede ser útil preceder esto con una maniobra de reclutamiento si se sospecha atelectasia. Para pacientes de alto riesgo, se debe minimizar el tiempo quirúrgico. Después de la cirugía, deben evitarse los tubos nasogástricos y optimizarse la analgesia.¹⁵

Los pacientes sometidos a cirugía torácica suelen ser pacientes de alto riesgo. En su mayoría son ancianos, fumadores, tienen comorbilidades médicas concurrentes y tienen un estado físico deficiente debido a desnutrición y enfermedad primaria preexistente, tienen un riesgo aún mayor de desarrollar complicaciones pulmonares debido a su pobre función pulmonar basal. Las complicaciones pulmonares pueden manifestarse en la propia sala de operaciones o en la unidad de cuidados intensivos. Las cirugías torácicas suelen ser de mayor duración; frecuentemente tienen una pérdida significativa de sangre y alteraciones hidroelectrolíticas. Las cirugías per se, así como las técnicas anestésicas, corren el riesgo de dañar estructuras intratorácicas como los pulmones, vías respiratorias y sistema nervioso periférico. Tanto la anestesia general como la cirugía torácica producen cambios en el sistema respiratorio. La principal causa de morbilidad y mortalidad perioperatoria en la población quirúrgica torácica son las complicaciones respiratorias. Las principales complicaciones respiratorias son la atelectasia, la neumonía y la insuficiencia respiratoria. Ocurren en 15 a 20% de los pacientes y también representan la mayoría de la mortalidad esperada de 3 a 4%. En la población de pacientes torácicos, las complicaciones cardíacas, como arritmia, isquemia, etc., ocurren en 10 a 15% de los casos.¹⁶

Las complicaciones pulmonares debidas a cirugías cardíacas pueden alterar el resultado de la cirugía y la supervivencia del paciente. La atelectasia es un hallazgo común después de la cirugía cardíaca que puede deberse a afección mucociliar y del reflejo bronco constrictor, que conduce al estancamiento de moco y obstrucción de la vía aérea. La atelectasia puede ocurrir, como resultado de volúmenes pulmonares bajos y perfusión pulmonar deficiente. Elkolaly y colaboradores, informaron las complicaciones respiratorias más frecuentes tras cirugías cardíacas. El estudio incluyó a 22 pacientes (grupo 1) pacientes sometidos a injerto de bypass de arteria coronaria y a 56 pacientes (grupo 2) que se sometieron a cirugía de reemplazo valvular. Se realizaron investigaciones preoperatorias y postoperatorias, como radiología de tórax, funciones espirométricas de los pulmones y PaO₂ / FiO₂. Se reportaron derrame pleural, neumotórax, síndrome de dificultad respiratoria aguda, neumonía, atelectasia, infección de la herida o dehiscencia esternal. Se encontraron derrame pleural, neumotórax, síndrome de dificultad respiratoria aguda, atelectasia e infección de herida esternal en 81.81, 4.55, 9.10, 31.82, 86.36 y 18.18% respectivamente, mientras que en el grupo 2 se encontraron entre 33.93, 0, 0, 35.71, 64.29 y 10.71%, respectivamente. Concluyendo que las complicaciones después de las cirugías cardíacas son comunes y se deben tomar precauciones para disminuirlas y mejorar el resultado.¹⁷

Después de la cirugía, se inhibe el reflejo espinal del nervio frénico debido a entradas nociceptivas a nivel de las astas ventral y ventrolateral de la médula espinal, afectando la función del diafragma. En pacientes con pulmones normales, se puede desarrollar atelectasia hasta en un 90%, con predominio en los segmentos más dependientes después de la intubación, aumentar la FiO₂ después de la inducción, acelera el colapso. La preoxigenación antes de la inducción y la oxigenación con 100% de O₂ al final de la cirugía y la aspiración endotraqueal en el momento de la extubación mediante la aplicación directa de presión negativa contribuyen a la formación de atelectasias. Para prevención de atelectasias, se recomiendan las siguientes medidas intraoperatorias:

1. Reducción en FiO₂ <60% para mantener SaO₂ > 96%
2. Maniobras de reclutamiento antes de la extubación
3. Evitar la hiperoxigenación con 100% de O₂ en el momento de la extubación. 50 a 70% de O₂ se considera suficiente
4. CPAP durante la preoxigenación en pacientes obesos
5. El uso de la presión positiva al final de la espiración (PEEP) y la estrategia de reclutamiento alveolar, es decir, el aumento gradual de la PEEP y la presión inspiratoria, por ejemplo, 0/10, 5/15, 10/20 y 15/25 cm de H₂O en 8-10 ciclos respiratorios.

En el período perioperatorio, la producción de surfactante disminuye. El abuso crónico de alcohol se asocia a disminución en la producción de surfactante. La atelectasia impide la función del surfactante y hace que el pulmón sea propenso a colapsarse incluso después de la reapertura.¹⁸

Como profilaxis posoperatoria, se debe brindar una adecuada analgesia para prevenir la ventilación insuficiente; entre las maniobras para abrir alvéolos colapsados se encuentra la espirometría incentiva (EI) la cual es económica, fácil y está más orientada al paciente, los ejercicios de respiración profunda (ERP) mejoran significativamente la tensión de oxígeno, consisten en respiraciones profundas durante 3 a 5 segundos. El CPAP es independiente del esfuerzo del paciente, es una técnica costosa, debe reservarse para pacientes que no pueden realizar EI / ERP. Movilización y deambulación temprana.¹⁸

La preoxigenación antes de la inducción de la anestesia es una medida de seguridad que se aplica para aumentar el tiempo de tolerancia de la apnea en casos de vía aérea difícil esperada o inesperada. Sin embargo, un alto contenido de oxígeno en las unidades pulmonares puede conducir a la absorción de gases y al colapso alveolar posterior. Investigaciones anteriores han demostrado que la formación de atelectasias se produce tempranamente después de la inducción y la intubación, y contribuye al desarrollo de complicaciones postoperatorias. Ostberg y colaboradores, proponen que una restauración inmediata tras la intubación de un

bajo FIO₂, protege a los pulmones del colapso alveolar y, por lo tanto, reduce la formación de atelectasias y mejora la oxigenación durante la anestesia. Asignaron aleatoriamente a 24 pacientes; un grupo control (12) y un grupo de intervención (12) que después de la intubación, les fue disminuido el volumen de oxígeno. Ambos grupos fueron ventilados, dependiendo del índice de masa corporal, con una presión espiratoria final positiva de 6–8 cmH₂O durante la cirugía. El área de atelectasia fue estudiada por tomografía computada. Concluyeron, que ambos grupos de estudio tuvieron atelectasias pequeñas y buena oxigenación.¹⁹

Mecanismos patogénicos de la disfunción pulmonar postoperatoria (DPP) ²⁰.

Específico para la cirugía cardíaca:	Anomalías en el intercambio de gases:	Alteraciones en la mecánica pulmonar:
Incisión de esternotomía media	Ampliación del gradiente de oxígeno alveolar-arterial	Reducción en la capacidad vital (CV)
Uso de bypass cardiopulmonar (BCP)	Aumento de la permeabilidad microvascular en el pulmón	Reducción de la capacidad residual funcional (CRF)
Transfusión de productos sanguíneos	Aumento de la resistencia vascular pulmonar	Reducción del cumplimiento pulmonar estático y dinámico
Enfriamiento tópico para la protección del miocardio	Aumento de la fracción de la derivación pulmonar	
Disección de la arteria mamaria interna	Agregación intrapulmonar de leucocitos y plaquetas	
Efectos de la anestesia general		

Todos estos factores combinados dan como resultado un gradiente de oxígeno alveolar arterial ampliado y una reducción de la capacidad vital y la capacidad residual funcional pulmonar; contribuyendo a la aparición de hipoxemia y atelectasias. La circulación extracorpórea tiene claras consecuencias para la

función pulmonar postoperatoria. La contribución vascular a los pulmones depende casi exclusivamente de las arterias pulmonares. La función principal de la circulación bronquial es alimentar las estructuras pulmonares; por lo tanto, es responsable de aproximadamente el 1% de la circulación pulmonar. Sin embargo, cuando la circulación arterial está comprometida crónicamente, la circulación bronquial asume un papel principal. Cuando se inicia la CEC, el cese de la ventilación pulmonar produce pulmones colapsados con pérdida de surfactante y colapso alveolar, lo que favorece la retención de secreciones y atelectasias. Además, la circulación pulmonar se detiene, lo que produce una isquemia no pulmonar con paredes capilares lesionadas y la liberación de mediadores inflamatorios. Todo esto aumenta las anomalías en el intercambio de gases y conduce al cierre de las vías respiratorias pequeñas. La CEC, parece causar una lesión pulmonar adicional y retraso en la recuperación pulmonar, probablemente debido a los efectos dañinos de la respuesta inflamatoria sistémica asociada. Se sugiere que la normotermia podría ser beneficiosa en la preservación de la función pulmonar después de la cirugía de bypass cardiopulmonar.

Un factor determinante principal para la lesión pulmonar y la respuesta inflamatoria es el volutrauma (ventilación con altos volúmenes tidales que producen una alta presión transpulmonar), así mismo, la ventilación con alto volumen tidal induce la liberación de mediadores inflamatorios que contribuyen a biotrauma inducido por la ventilación mediante la activación de respuestas inflamatorias locales y sistémicas, lo que provoca la liberación de citoquinas y otros mediadores inflamatorios solubles y la activación de complementos, leucocitos y células endoteliales, lo que resulta en una alteración de la función normal de los tejidos y órganos al alterar las vías celulares. El biotrauma es el resultado de las fuerzas que actúan durante la ventilación mecánica con la apertura cíclica y el colapso de los alvéolos y su sobredistensión que induce la liberación de citoquinas proinflamatorias, el reclutamiento de leucocitos y el inicio local de procesos inflamatorios, la síntesis de factores inflamatorios. (TNF- α , IL-1 β , IL-6 e IL-8). Existe una correlación entre la cantidad de atelectasias y el shunt intrapulmonar. La atelectasia se relaciona con un volumen pulmonar espiratorio final demasiado bajo y su desarrollo se asocia con la pérdida de surfactante y la apertura cíclica y el colapso de unidades pulmonares inestables, que se promueve mediante la ventilación con PEEP cero o inadecuada. Este colapso y reapertura repetitiva de alvéolos se denomina atelectrauma. Cuando las unidades pulmonares atelectáticas están expuestas a altas presiones de ventilación, la apertura y el colapso alternativos de los alvéolos generan fuerzas transversales dañinas localizadas en estas partes dependientes. Estas fuerzas transversales aplicadas a las unidades colapsadas podrían ser lo suficientemente altas como para dañar el epitelio de las vías respiratorias y causar un "fallo inducido por estrés" de la membrana capilar alveolar, lo que resulta en un aumento de la permeabilidad microvascular, edema y una afluencia de proteínas plasmáticas que causan disfunción del agente tensoactivo e inician una reacción inflamatoria.²⁰

Las complicaciones posoperatorias pulmonares tardías (CPP) son comunes en la cirugía torácica. La morbilidad a corto plazo de desarrollar un CPP después de la cirugía torácica es sorprendente, con un aumento significativamente más prolongado en hospital, UCI, así como una mayor frecuencia de reingresos hospitalarios secundarios a infecciones pulmonares. Estas complicaciones incluyen, entre otras, obstrucción bronquial, neumonitis por aspiración, edema intersticial y / o alveolar, anomalías en el intercambio de gases, neumonía, lesión pulmonar aguda / insuficiencia respiratoria, necesidad de reintubación dentro de las 48 h, falla en el destete, derrame pleural, broncoespasmo y neumotórax. Además, los pacientes que desarrollan un CPP tienen una mortalidad significativamente mayor, en las etapas iniciales y tardías posteriores a la cirugía.²¹

Es importante comprender los efectos dañinos de la atelectasia para apreciar su impacto en el curso clínico postoperatorio. Tal conocimiento es crítico para identificar e implementar estrategias perioperatorias para minimizar los eventos de CPP. Incluso una atelectasia leve en pacientes quirúrgicos se asocia con una variedad de efectos adversos y, con la progresión, puede desencadenar una cascada de complicaciones graves, a menudo fatales. Aunque puede haber una serie de pruebas disponibles para confirmar el diagnóstico y la gravedad de la atelectasia, la impresión clínica y una radiografía simple son los únicos parámetros utilizados en la mayoría de los casos. Las pruebas adicionales que podrían considerarse para el diagnóstico de atelectasia incluyen tomografía computada de alta resolución, resonancia magnética, ecografía pulmonar y pruebas de función pulmonar. La incidencia de las CPP está aumentando considerablemente en proporción al envejecimiento, con una población médicamente más compleja elegible para procedimientos quirúrgicos de mayor riesgo. Las CPP son un síndrome multifactorial en el que la atelectasia desempeña un papel importante. La evidencia demuestra que el desarrollo de la atelectasia es un precursor casi universal y una característica concomitante de las CPP. La prevención o el manejo temprano y agresivo de la atelectasia es vital para minimizar de manera óptima la progresión a CPP graves / potencialmente mortales y gastos económicos insostenibles. Ampliar la conciencia y la comprensión del papel de la atelectasia como causa de las CPP es un paso fundamental para minimizar la prevalencia, mejorar los resultados clínicos y reducir la carga financiera de esta complicación potencialmente prevenible.²²

La hipoxemia, una consecuencia directa de la atelectasia, también puede promover complicaciones sistémicas como la isquemia miocárdica aguda o alteraciones en la cicatrización de heridas. La terapia de oxígeno generalmente se administra en el período postoperatorio para aliviar la hipoxemia, que se desarrolla en la mayoría de los pacientes después de la anestesia general. Como resultado, la mayoría de los casos de atelectasia en el período postoperatorio no se pueden diagnosticar al lado de la cama, lo que excluye la aplicación de medidas correctivas y aumenta potencialmente el riesgo de complicaciones postoperatorias relacionadas con la

atelectasia. Una combinación de oxigenoterapia con disminuciones transitorias de FiO_2 a 0.21 durante un período de 5 minutos es suficiente para alcanzar un estado estable en la concentración de oxígeno fraccional y por lo tanto, puede revelar la presencia de atelectasias en el postoperatorio inmediato.²³

El bypass cardiopulmonar (BCP) puede conducir a la activación de diferentes vías inflamatorias y de coagulación, altera el equilibrio redox debido al paso de la sangre a través del circuito (activación por contacto), ocasiona lesión por isquemia y reperfusión. El bypass cardiopulmonar se asocia tradicionalmente con perfusión pulmonar inadecuada ya que no hay flujo a la arteria pulmonar durante el período de pinzamiento cruzado y cuando el corazón no está expulsando sangre, y por lo tanto el suministro de sangre se limita a las arterias bronquiales. La alteración de la fisiología pulmonar durante el BCP puede alterar el equilibrio en la barrera de gases en sangre debido a la alteración de las diferentes fuerzas que afectan al parénquima, eliminando así el intercambio de gases por difusión pasiva y provocando desajustes en la ventilación / perfusión y la compliancia pulmonar. Además, la isquemia durante el BCP se asocia a un suministro sanguíneo alveolar reducido que produce isquemia alveolar y vasoconstricción pulmonar hipóxica. La disfunción de las células endoteliales vasculares pulmonares y el secuestro de neutrófilos en el parénquima pulmonar durante el periodo de reperfusión puede aumentar la permeabilidad del tejido pulmonar y elevar la resistencia vascular y los cambios del surfactante pulmonar que conducen a la acumulación de proteínas alveolares y edema pulmonar, lo cual conduce a una mayor producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) y citoquinas. Esto se manifestará como un intercambio anormal de gases, una mala mecánica pulmonar, un aumento de la fracción de la derivación pulmonar y una capacidad residual funcional reducida. El uso de sangre y productos sanguíneos en cirugía se ha asociado a la producción de una cantidad excesiva de ROS e inflamación sistémica y pulmonar. Existe un mayor riesgo de insuficiencia respiratoria y necesidad de ventilación prolongada en pacientes que reciben sangre almacenada durante más de dos semanas. Las prostaciclina pueden inducir la relajación de las células del músculo liso vascular mediante la liberación de adenosina intracelular, monofosfato cíclico (AMPC) que produce vasodilatación pulmonar y sistémica, además, pueden tener un efecto inhibitorio sobre la agregación plaquetaria y la actividad de leucocitos y monocitos. Los inhibidores de la fosfodiesterasa, como la pentoxifilina (PTX), que es un inhibidor conocido de la fosfodiesterasa no selectiva (PDE), pueden producir niveles elevados de cAMP intracelular y vasodilatación ejerciendo un efecto antiinflamatorio. Los inhibidores de la PDE más selectivos, como la milrinona, pueden ser una estrategia terapéutica ventajosa para los pacientes quirúrgicos cardíacos con aumento de la resistencia vascular pulmonar (PVR) y fallo del ventrículo derecho cuando se nebulizan e inhalan. Los efectos protectores pueden deberse a la reversión de la hipoperfusión pulmonar postisquémica y la reducción del secuestro de neutrófilos pulmonares. Se ha demostrado que la aprotinina reduce los niveles de elastasa de neutrófilos, malondialdehído y citoquinas

proinflamatorias, su uso puede mejorar la función pulmonar y reducir la lesión pulmonar por reperfusión. La administración de corticoesteroides antes del CPB puede reducir la activación de múltiples mediadores proinflamatorios. Otras estrategias para minimizar la activación proinflamatoria y el estrés oxidativo cuando se usa BCP son: recubrir el circuito con material biocompatible (heparina, poli-2-metoxietil acrilato, proteína sintética y fosforilcolina), eliminación de leucocitos (agregando filtros especiales), ultrafiltración y hemodilución reducida. Se piensa que la heparina reduce las respuestas inflamatorias vinculadas a las plaquetas y leucocitos al reducir la liberación de IL-6, IL-8, E-selectina, lactoferrina, mieloperoxidasa, integrina, selectina y tromboglobulina plaquetaria y disminuye la producción de radicales libres de oxígeno.²⁴

Las estrategias de protección pulmonar durante la ventilación mecánica procuran minimizar la lesión y respuesta inflamatoria con el fin de disminuir posibles complicaciones pulmonares posoperatorias, entre ellas, la atelectasia. Se ha aceptado que el volumen corriente (VT) debe mantenerse entre 4 y 8 ml / kg del peso corporal predicho, la presión meseta (Plateau) debe mantenerse a menos de 28 cm de H₂O. La presión de conducción (driving pressure) resultado de la presión meseta menos la presión positiva al final de la espiración (PEEP) debe mantenerse en menos de 15 cm de H₂O. El establecimiento de PEEP es aún un reto; la literatura actual no es concluyente, el PEEP estándar es de 5 cmH₂O. Se concluye que las maniobras mecánicas de protección pulmonar mejoran la presión de conducción y eficiencia pulmonar.²⁵

El desarrollo de atelectasias después de la anestesia general y la cirugía cardíaca es casi inevitable y se ha descrito como presente en la mayoría de los pacientes, con una incidencia de alrededor del 90% en los pacientes quirúrgicos cardíacos. La atelectasia altera la oxigenación, empeora la compliancia pulmonar, aumenta el desarrollo de lesión pulmonar y las resistencias pulmonares vasculares. La puntuación de atelectasia radiológica (RAS por sus siglas en inglés), se ha utilizado para describir el grado de atelectasia en pacientes postoperatorios.

Puntuación de atelectasia radiológica (RAS).²⁶

LA PRESENCIA DE ATELECTASIA SE EXPRESA MEDIANTE UNA PUNTUACIÓN DE 5 PUNTOS.

0 =	Campos pulmonares claros
1 =	Atelectasia tipo placa o ligera infiltración
2 =	Atelectasia parcial
3 =	Atelectasia lobar
4=	Atelectasia bilateral

2. Planteamiento del problema

La anestesia general produce alteraciones de la fisiología pulmonar que pueden traducirse en complicaciones posoperatorias, dependiendo de las condiciones basales del paciente y del tipo de cirugía realizada. La formación de atelectasias se da en un 90% de los pacientes durante la inducción de la anestesia general. A pesar del hecho de que la mayoría de los mecanismos que conducen al colapso pulmonar intraoperatorio se desvanecen cuando los pacientes despiertan y vuelve a aparecer espontáneamente la respiración; la atelectasia postoperatoria y la hipoxemia pueden persistir durante varios días. La cirugía torácica presenta una alta incidencia de alteraciones fisiológicas pulmonares, el sistema respiratorio puede tardar seis semanas en volver a su estado preoperatorio después de la anestesia general para cirugía mayor. Se pueden presentar numerosas complicaciones pulmonares posoperatorias secundarias al desarrollo de atelectasia. Por ésta razón, es prudente realizar preguntas como: ¿Qué es una atelectasia, que tipos existen y cuál es su mecanismo de producción? ¿Qué factores contribuyeron a su aparición? ¿Qué tipo de cirugía está relacionada a una mayor incidencia y por qué? ¿Existen estrategias para prevenir su aparición? La resolución de estas preguntas, nos permitirán obtener información que pueda contribuir a identificar la incidencia de atelectasias en el paciente expuesto a cirugía torácica, específicamente a recambio valvular, bajo anestesia general balanceada y ofrecer un manejo adecuado por parte del servicio de anestesiología y así, como propósito, evitar en un futuro, las posibles repercusiones que conlleva la aparición de las mismas.

2.1 pregunta de investigación

¿Cuál es la incidencia de desarrollo de atelectasias y que factores se asocian a su aparición en el paciente expuesto a cirugía torácica, específicamente recambio valvular, bajo anestesia general balanceada en el Hospital de Especialidades de Puebla, Centro Médico Nacional General de Div. Manuel Ávila Camacho, IMSS Puebla?

3. Justificación

La presencia de atelectasia es una de las principales causas de complicaciones pulmonares posoperatorias, así como un factor primario en el desarrollo de la respuesta pulmonar inflamatoria.

La hipoxemia, una consecuencia directa de la atelectasia, también puede promover complicaciones sistémicas como isquemia miocárdica aguda, alteraciones en la cicatrización de heridas y retraso en la extubación.

Representa una de las complicaciones postoperatorias tempranas más importantes y graves así como una de las causas más importantes de hospitalización prolongada, aumento de costos, morbilidad y mortalidad.

Por ello, es de interés identificar la incidencia de desarrollo de atelectasias y los factores asociados a su aparición en el paciente expuesto a cirugía torácica, específicamente recambio valvular, bajo anestesia general balanceada en el Hospital de Especialidades de Puebla, Centro Médico Nacional General de Div. Manuel Ávila Camacho, para así brindar un pauta a posibles medidas para su prevención o un tratamiento de mayor efectividad, con el fin de disminuir complicaciones secundarias y mejorar el periodo postoperatorio, disminuir la estancia prolongada y evitar la morbimortalidad asociada.

4. Material y métodos

Tipo de estudio

Se realizó un estudio de tipo transversal, observacional y descriptivo en el Hospital de Especialidades de Puebla, Centro Médico Nacional General de Div. Manuel Ávila Camacho, durante el periodo abril-octubre 2019.

Pacientes

Se incluyeron 35 pacientes expuestos a cirugía torácica, específicamente recambio valvular, bajo anestesia general balanceada en el Hospital de Especialidades de Puebla, Centro Médico Nacional General de Div. Manuel Ávila Camacho, a los cuales se les revisó placa de tórax previo a cirugía y placa de control a las 24 y 72 horas del evento quirúrgico, así mismo, se analizaron factores de riesgo asociados. Se excluyeron a los pacientes que no contaban con placa de tórax. El tamaño de la muestra se realizó conveniente al investigador dada por el total de pacientes que cumplieron los criterios de inclusión en el periodo de estudio.

Instrumentos

Se revisaron expedientes clínicos para conocer los factores de riesgo asociados, se observaron placas de tórax previo al evento quirúrgico, a las 24 horas y a las 72 horas en búsqueda de atelectasias.

Procedimientos

Se identificó con base a expediente, la presencia de factores de riesgo y comorbilidades previas en los pacientes expuestos a recambio valvular, los cuales no debían tener atelectasias en la placa de tórax previa al evento quirúrgico. Para evaluar la presencia de atelectasias a las 24 y 72 horas, se utilizó la escala radiológica de RAS, la cual describe el grado de atelectasia en pacientes postoperatorios, expresada mediante una puntuación de 5 puntos:

- 0 = campos pulmonares claros
- 1 = atelectasia tipo placa o ligera infiltración
- 2 = atelectasia parcial
- 3 = atelectasia lobar
- 4 = atelectasia bilateral

Análisis estadístico

Se utilizó el programa estadístico SPSS V 25; estadística descriptiva, medidas de tendencia central y dispersión para variables ordinales, frecuencias y tablas cruzadas para variables cualitativas; los resultados se expresaron en cuadros y gráficas.

La logística del estudio estuvo a cargo del investigador principal y los investigadores asociados al proyecto. Se emplearon recursos físicos y electrónicos los cuales fueron proporcionados por los investigadores asociados al proyecto y no se requirió financiamiento externo del mismo.

El presente estudio de investigación se apega a las Normas de la Ley General de Salud en materia de investigación plasmados en:

Título primero: Disposiciones generales. Capítulo único. Artículos 10-12.

Título tercero: De la investigación de nuevos recursos profilácticos, de diagnósticos, terapéuticos y de rehabilitación. Capítulo I. Disposiciones comunes. Artículos 61-64.

Título quinto: De las comisiones internas en las instituciones de salud. Capítulo único. Artículos 98-112.

Título sexto: De la ejecución de la investigación en las instituciones de atención a la salud. Capítulo único. Artículos 113-120.

El estudio se basa en las consideraciones clínicas e imagenológicas con base a expediente clínico y hallazgos radiográficos, no ameritó carta de consentimiento informado.

Este estudio fue autorizado por el comité local de investigación de la unidad participante, en todo momento se conservará el anonimato de los participantes.

5. Resultados

La población incluida fueron 35 pacientes expuestos a cirugía torácica, específicamente recambio valvular, (mitral, aórtico, tricuspídeo o de dos o más válvulas) bajo anestesia general balanceada en el Hospital de Especialidades de Puebla, Centro Médico Nacional General de Div. Manuel Ávila Camacho, IMSS Puebla”.

Tabla 1. Género de los pacientes incluidos en el estudio

Género	n	%
Masculino	13	37.1
Femenino	22	62.9
Total	35	100

Abreviaturas: n=muestra, %=porcentaje

Del total de los pacientes (n=35), 13 (37.1 %) correspondieron al género masculino y 22 (62.9) al género femenino.

Tabla 1.1. Género de los pacientes con y sin atelectasias incluidos en el estudio

Género	Sin atelectasia a las 24 horas	Con atelectasia a las 24 horas	Sin atelectasia a las 72 horas	Con atelectasia a las 72 horas
	n	n	n	n
Masculino	8	5	1	12
Femenino	14	8	3	19
Total 35				

Abreviaturas: n=muestra

A las 24 horas 5 masculinos y 8 femeninos desarrollaron atelectasias. A las 72 horas 12 masculinos y 19 femeninos.

Tabla 1.2. Estimación de riesgo de género en los pacientes incluidos en el estudio

	OR	IC del 95% Inferior	IC del 95% Superior
Riesgo a las 24 horas	1.058	.438	2.556
Riesgo a las 72 horas	1.069	.851	1.343
n=35			

Abreviaturas: n=muestra, OR=odds ratio, IC=intervalo de confianza

El riesgo para desarrollar atelectasias con base al género a las 24 horas es de 1.058, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .438 y superior de 2.556. A las 72 horas es de 1.069, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .851 y superior de 1.343.

Tabla 2. Edad de los pacientes incluidos en el estudio

Edad	n	Mínima	Máxima	Media	\pm
	35	22	80	54.23	14.767

Abreviaturas: n=muestra, \pm =desviación estándar

Del total de los pacientes (n=35), la edad mínima fue de 22 años, máxima de 80 años, media de 54.23. Con una desviación estándar de 14.767.

Tabla 3. Tipo de recambio valvular en los pacientes incluidos en el estudio

Tipo de recambio valvular	n	%
Mitral	8	22.9
Aórtico	24	68.6
Tricuspídeo	0	0
Dos o más	3	8.6
Total	35	100

Abreviaturas: n=muestra, %=porcentaje

Del total de los pacientes (n=35), 8 (22.9 %) tuvieron recambio valvular mitral. 24 (68.6%) tuvieron recambio valvular aórtico. No hubo recambios tricuspídeos únicos. 3 (8.6%) tuvieron recambio de dos o más válvulas.

Tabla 4. Tipo de anestesia en los pacientes incluidos en el estudio

Tipo de anestesia	n	%
Anestesia general balanceada	35	100

Abreviaturas: n=muestra, %=porcentaje

Del total de los pacientes (n=35), el 100 % tuvo anestesia general balanceada.

Tabla 5. Posición quirúrgica de los pacientes incluidos en el estudio

	n	%
Decúbito supino	35	100

Abreviaturas: n=muestra, %=porcentaje

Del total de los pacientes (n=35), el 100 % estuvo en decúbito supino.

Tabla 6. Clasificación ASA de los pacientes incluidos en el estudio

ASA	n	%
III	4	11.4
IV	31	88.6
Total	35	100

Abreviaturas: n=muestra, %=porcentaje

Del total de los pacientes (n=35), 4 (11.4%) fue ASA III y 31 (88.6%) ASA IV.

Tabla 7. Índice de masa corporal de los pacientes incluidos en el estudio

IMC	n	Mínimo	Máximo	Media	\pm
	35	17.7	35.37	26.4914	4.48897

Abreviaturas: n=muestra, IMC= Índice de masa corporal, \pm =desviación estándar

Del total de los pacientes (n=35), el IMC mínimo fue de 17.70, máximo de 35.37, media de 26.4914. Con una desviación estándar de 4.48897.

Tabla 7.1. Obesidad en los pacientes con y sin atelectasias incluidos en el estudio

	Sin atelectasia a las 24 horas	Con atelectasia a las 24 horas	Sin atelectasia a las 72 horas	Con atelectasia a las 72 horas
Obesidad	n	n	n	n
No	22	6	4	24
Si	0	7	0	7
Total	35			

Abreviaturas: n=muestra

Los pacientes obesos desarrollaron atelectasias tanto a las 24 como a las 72 horas.

Tabla 7.2. Estimación de riesgo por obesidad en los pacientes incluidos en el estudio

	OR	IC del 95% Inferior	IC del 95% Superior
Riesgo a las 24 horas	.214	.105	.436
Riesgo a las 72 horas	.857	.737	.997

n=35

Abreviaturas: n=muestra, OR=odds ratio, IC=intervalo de confianza

El riesgo de ser obeso y desarrollar atelectasias a las 24 horas es de .214, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .105 y superior del .436. A las 72 horas es de .857, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .737 y superior del .997.

Tabla 8. Tiempo de derivación cardiopulmonar en los pacientes incluidos en el estudio

Tiempo de DCP	n	Mínimo	Máximo	Media	±
	35	72	318	129.2	50.862

Abreviaturas: n=muestra, DCP=Derivación cardiopulmonar, ± =desviación estándar

Del total de los pacientes (n=35), el tiempo de bomba mínimo fue de 72 minutos, el máximo de 318 minutos, con una media de 129.20 minutos y desviación estándar de 50.862

Tabla 8.1. Tiempo de derivación cardiopulmonar en los pacientes con y sin atelectasias incluidos en el estudio

	Sin atelectasia a las 24 horas	Con atelectasia a las 24 horas	Sin atelectasia a las 72 horas	Con atelectasia a las 72 horas
Tiempo de DCP	n	n	n	n
Normal	4	3	1	6
Prolongado	18	10	3	25
Total	35	35	35	35

Abreviaturas: n=muestra, DCP=Derivación cardiopulmonar

10 pacientes con tiempo de derivación cardiopulmonar prolongado desarrollaron atelectasias a las 24 horas y 25 pacientes a las 72 horas.

Tabla 8.2. Estimación de riesgo por tiempo de derivación cardiopulmonar prolongado en los pacientes incluidos en el estudio

	OR	IC del 95% Inferior	IC del 95% Superior
Riesgo a las 24 horas	1.200	.446	3.227
Riesgo a las 72 horas	.960	.691	1.333

n=35

Abreviaturas: n=muestra, OR=odds ratio, IC=intervalo de confianza

El riesgo de haber tenido un tiempo de derivación cardiopulmonar prolongado y desarrollar atelectasias a las 24 horas es de 1.200, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .446 y superior del 3.227. A las 72 horas es de .960, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .691 y superior del 1.333

Tabla 9. Fracción inspirada de oxígeno empleada en el mantenimiento anestésico de los pacientes incluidos en el estudio

FIO2	n	Mínimo	Máximo	Media	±
	35	60	85	74.29	7.189

Abreviaturas: n=muestra, FIO2= Fracción inspirada de oxígeno, ± =desviación estándar

Del total de los pacientes (n=35), la FIO2 mínima fue de 60%, máxima de 85%, con una media de 74.29% y desviación estándar de 7.189.

Tabla 9.1. Fracción inspirada de oxígeno empleada en el mantenimiento anestésico en los pacientes con y sin atelectasias incluidos en el estudio

	Sin atelectasia a las 24 horas	Con atelectasia a las 24 horas	Sin atelectasia a las 72 horas	Con atelectasia a las 72 horas
FIO2	n	n	n	n
No alta	15	3	3	16
Alta	7	9	1	15
Total	35			

Abreviaturas: n=muestra, FIO2= Fracción inspirada de oxígeno

De los pacientes a los cuales se les aplicó una FIO2 alta, 9 desarrollaron atelectasias a las 24 horas y 15 pacientes a las 72 horas.

Tabla 9.2. Estimación de riesgo por FIO2 alta en los pacientes incluidos en el estudio

	OR	IC del 95% Inferior	IC del 95% Superior
Riesgo a las 24 horas	.296	.097	.908
Riesgo a las 72 horas	.898	.712	1.133

n=35

Abreviaturas: n=muestra, OR=odds ratio, IC=intervalo de confianza

El riesgo de haber tenido una FIO2 alta y desarrollar atelectasias a las 24 horas es de .296, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .097 y superior de .908. A las 72 horas es de .898, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .712 y superior de 1.133.

Tabla 10. Duración del procedimiento anestésico en los pacientes incluidos en el estudio

Duración anestésica	n	Mínimo	Máximo	Media	±
	35	250	555	370.14	83.565

Abreviaturas: n=muestra, ± =desviación estándar

Del total de los pacientes (n=35), el tiempo mínimo fue de 250 minutos, máximo de 555 minutos, media de 370.14 minutos. Con una desviación estándar de 83.565 minutos.

Tabla 11. Cantidad de paquetes globulares transfundidos durante la cirugía de los pacientes incluidos en el estudio

Cantidad de paquetes globulares	n	Mínimo	Máximo	Media	±
	35	2	6	4.09	1.095

Abreviaturas: n=muestra, ± =desviación estándar

Del total de los pacientes (n=35), el mínimo fue de 2 paquetes globulares, máximo de 6, media de 4.09. Con una desviación estándar de 1.095.

Tabla 11.1. Transfusión de cuatro o más paquetes globulares en los pacientes con y sin atelectasias incluidos en el estudio

	Sin atelectasia a las 24 horas	Con atelectasia a las 24 horas	Sin atelectasia a las 72 horas	Con atelectasia a las 72 horas
Cantidad	n	n	n	n
<4	10	2	3	9
≥4	12	11	1	22
Total 35				

Abreviaturas: n=muestra

De los pacientes a los que se les transfundieron cuatro o más paquetes globulares durante la anestesia, 11 desarrollaron atelectasias a las 24 horas y 22 a las 72 horas.

Tabla 11.2. Estimación de riesgo de transfusión de cuatro o más paquetes globulares en los pacientes incluidos en el estudio

	OR	IC del 95% Inferior	IC del 95% Superior
Riesgo a las 24 horas	.348	.092	1.325
Riesgo a las 72 horas	.784	.559	1.099

n=35

Abreviaturas: n=muestra, OR=odds ratio, IC=intervalo de confianza

El riesgo de haber transfundido cuatro o más paquetes globulares durante la anestesia y desarrollar atelectasias a las 24 horas es de .348, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .092 y superior de 1.325. A las 72 horas es de .784, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .559 y superior de 1.099.

Medidas de protección pulmonar

Tabla 12. Volumen tidal empleado en los pacientes incluidos en el estudio

Volumen tidal	n	Mínimo	Máximo	Media	±
	35	6	8	7.03	.568

Abreviaturas: n=muestra, ± =desviación estándar

Del total de los pacientes (n=35), el volumen tidal mínimo fue de 6 ml/kg, máximo de 8 ml/kg, media de 7.03 ml/kg. Con una desviación estándar de .568 ml/kg.

Tabla 13. Uso de peso predicho en los pacientes incluidos en el estudio

Peso predicho	n	%
No	1	2.9
Si	34	97.1
Total	35	100

Abreviaturas: n=muestra, %=porcentaje

Del total de los pacientes (n=35), 1 (2.9%) no se empleó el uso de peso predicho y en 34 (97.1%) sí se empleó.

Tabla 14. Uso de presión positiva al final de la espiración en los pacientes incluidos en el estudio

PEEP	n	Mínimo	Máximo	Media	\pm
	35	0	7	4.43	1.501

Abreviaturas: n=muestra, PEEP=Presión positiva al final de la espiración, \pm =desviación estándar

Del total de los pacientes (n=35), el PEEP mínimo fue de 0, máximo de 7, media de 4.43. Con una desviación estándar de 1.501

Tabla 14.1. Medidas de protección pulmonar en los pacientes con y sin atelectasias incluidos en el estudio

Medidas empleadas	Sin atelectasia a las 24 horas	Con atelectasia a las 24 horas	Sin atelectasia a las 72 horas	Con atelectasia a las 72 horas
	n	n	n	n
No	1	2	1	2
Si	21	11	3	29
Total 35				

Abreviaturas: n=muestra

De los pacientes en los cuales se emplearon medidas de protección pulmonar, 11 desarrollaron atelectasias a las 24 horas y 29 a las 72 horas.

Tabla 14.2. Estimación de riesgo de medidas de protección pulmonar en los pacientes incluidos en el estudio

	OR	IC del 95% Inferior	IC del 95% Superior
Riesgo a las 24 horas	1.939	.763	4.927
Riesgo a las 72 horas	.736	.328	1.650

n=35

Abreviaturas: n=muestra, OR=odds ratio, IC=intervalo de confianza

El riesgo de haber empleado maniobras de protección pulmonar y desarrollar atelectasias a las 24 horas es de 1.939, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .763 y superior de 4.927. A las 72 horas es de .736, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .328 y superior de 1.650.

Comorbilidad cardiovascular

Tabla 15. NYHA de los pacientes incluidos en el estudio

Clase	n	%
II	15	42.9
III	18	51.4
IV	2	5.7
Total	35	100

Abreviaturas: n=muestra, %=porcentaje

Del total de los pacientes (n=35), fueron clase II 15 (42.9%). Clase III 18 (51.4%). Clase IV 2 (5.7%).

Tabla 16. Fracción de eyección del ventrículo izquierdo en los pacientes incluidos en el estudio

FEVI	n	Mínima	Máxima	Media	\pm
	35	28	75	56.20	12.056

Abreviaturas: n=muestra, FEVI=Fracción de eyección del ventrículo izquierdo, \pm =desviación estándar

Del total de los pacientes (n=35), la FEVI mínima fue de 28, máxima de 75, media de 56.20. Con una desviación estándar de 12.056.

Tabla 17. Hipertensión arterial sistémica en los pacientes incluidos en el estudio

HAS	n	%
No	18	51.4
Si	17	48.6
Total	35	100

Abreviaturas: n=muestra, HAS=Hipertensión arterial sistémica, %=porcentaje

Del total de los pacientes (n=35), 18 (51.4%) no tenían hipertensión arterial sistémica. 17 (48.6%) sí tenían hipertensión arterial sistémica.

Tabla 18. Antecedente de tabaquismo en los pacientes incluidos en el estudio

Tabaquismo	n	%
No	28	80
Si	7	20
Total	35	100

Abreviaturas: n=muestra, %=porcentaje

Del total de los pacientes (n=35), 28 (80%) no fumaba. 7 (20%) sí fumaba.

Tabla 19. Diabetes mellitus tipo 2 en los pacientes incluidos en el estudio

DM2	n	%
No	27	77.1
Si	8	22.9
Total	35	100

Abreviaturas: n=muestra, DM2=Diabetes mellitus tipo 2, %=porcentaje

Del total de los pacientes (n=35), 27 (77.1%) no tenía diabetes mellitus. 8 (22.9%) sí tenía diabetes mellitus.

Tabla 20. Presencia de hiperlipidemia en los pacientes incluidos en el estudio

Hiperlipidemia	n	%
No	21	60
Si	14	40
Total	35	100

Abreviaturas: n=muestra, %=porcentaje

Del total de los pacientes (n=35), 21 (60%) no tenía hiperlipidemia. 14 (40%) sí tenía hiperlipidemia.

Tabla 21. Presencia de consumo de alcohol en los pacientes incluidos en el estudio

Consumo de alcohol	n	%
No	29	82.9
Si	6	17.1
Total	35	100

Abreviaturas: n=muestra, %=porcentaje

Del total de los pacientes (n=35), 29 (82.9%) no consumía alcohol. 6 (17.1%) sí consumía alcohol.

Tabla 21.1. Comorbilidad cardiovascular en los pacientes con y sin atelectasias incluidos en el estudio

	Sin atelectasia a las 24 horas	Con atelectasia a las 24 horas	Sin atelectasia a las 72 horas	Con atelectasia a las 72 horas
Comorbilidad cardiovascular	n	n	n	n
No	3	3	2	4
Si	19	10	2	27
Total	35			

Abreviaturas: n=muestra

10 pacientes con comorbilidad cardiovascular desarrollaron atelectasias a las 24 horas y 27 a las 72 horas.

Tabla 22.2. Estimación de riesgo de comorbilidad cardiovascular en los pacientes incluidos en el estudio

	OR	IC del 95% Inferior	IC del 95% Superior
Riesgo a las 24 horas	1.450	.564	3.728
Riesgo a las 72 horas	.716	.403	1.272

n=35

Abreviaturas: n=muestra, OR=odds ratio, IC=intervalo de confianza

El riesgo de tener alguna comorbilidad cardiovascular y desarrollar atelectasias a las 24 horas es de 1.450, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .564 y superior de 3.728. A las 72 horas de .716, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .403 y superior de 1.272.

Enfermedades pulmonares subyacentes

Tabla 22. Presencia de Enfermedad Obstructiva Crónica (EPOC) en los pacientes incluidos en el estudio

Presencia de EPOC	n	%
No	30	85.7
Si	5	14.3
Total	35	100

Abreviaturas: n=muestra, %=porcentaje, EPOC= Enfermedad Obstructiva Crónica

Del total de los pacientes (n=35), 30 (85.7%) no tenía EPOC. 5 (14.3%) sí tenía EPOC.

Tabla 23. Presencia de asma en los pacientes incluidos en el estudio

Asma	n	%
No	33	94.3
Si	2	5.7
Total	35	100

Abreviaturas: n=muestra, %=porcentaje

Del total de los pacientes (n=35), 33 (94.3%) no tenía asma. 2 (5.7%) sí tenía asma.

Tabla 24. Presencia de bronquitis en los pacientes incluidos en el estudio

Bronquitis	n	%
No	34	97.1
Si	1	2.9
Total	35	100

Abreviaturas: n=muestra, %=porcentaje

Del total de los pacientes (n=35), 34 (97.1%) no tenía bronquitis. 1 (2.9%) sí tenía bronquitis.

Tabla 25. Presencia de alergias en los pacientes incluidos en el estudio

Alergias	n	%
No	25	71.4
Si	10	28.6
Total	35	100

Abreviaturas: n=muestra, %=porcentaje

Del total de los pacientes (n=35), 25 (71.4%) no tenía alergias. 10 (28.6%) sí tenía alergias.

Tabla 25.1. Enfermedades pulmonares subyacentes en los pacientes con y sin atelectasias incluidos en el estudio

Enfermedad pulmonar	Sin atelectasia a las 24 horas	Con atelectasia a las 24 horas	Sin atelectasia a las 72 horas	Con atelectasia a las 72 horas
	n	n	n	n
No	19	4	4	19
Si	3	9	0	12
Total 35				

Abreviaturas: n=muestra

9 pacientes con enfermedades pulmonares subyacentes desarrollaron atelectasias a las 24 horas y 12 pacientes a las 72 horas.

Tabla 25.2. Estimación de riesgo de enfermedades pulmonares subyacentes en los pacientes incluidos en el estudio

	OR	IC del 95% Inferior	IC del 95% Superior
Riesgo a las 24 horas	.232	.090	.599
Riesgo a las 72 horas	.826	.685	.996

n=35

Abreviaturas: n=muestra, OR=odds ratio, IC=intervalo de confianza

El riesgo de tener alguna enfermedad pulmonar subyacente y desarrollar atelectasias a las 24 horas es de .232, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .090 y superior de .599. A las 72 horas de .826, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .685 y superior de .996.

Tabla 27. Incidencia del desarrollo de atelectasia a las 24 y 72 horas

	Atelectasia a las 24 horas		Atelectasia a las 72 horas	
	Ausente	Presente	Ausente	Presente
	23	12	4	31
Porcentaje	65.71%	34.28%	11.42	88.57%

Total n= 35

Abreviaturas: n=muestra

A las 24 horas, el 34.28% de los pacientes desarrolló atelectasias y a las 72 horas el 88.57%

Tabla 27. Concordancia entre el desarrollo de atelectasia a las 24 y 72 horas.

		Atelectasia a las 72 horas			Kappa
		Ausente	Presente	Total	
Atelectasia a las 24 horas	Ausente	4	18	22	0.142
	Presente	0	13	13	
Total		4	31	35	

Abreviaturas: ninguna

La concordancia entre el desarrollo de atelectasias a las 24 y 72 horas es del 14%.

6. Discusión

La atelectasia es la complicación pulmonar más común tras cirugía cardíaca, observándose en placas de tórax posoperatorias en 50 a 90% de los pacientes.

Existen múltiples factores de riesgo asociados a su aparición, entre los cuales se encuentran con base a la literatura: la edad, género, anestesia general, posición de decúbito supino, pacientes con ASA mayor de III, personas con IMC mayor de 30 kg/m², tiempo de derivación cardiopulmonar mayor de 90 minutos, uso de FIO₂ mayor al 80%, duración de anestesia mayor a 3-4 horas, transfusión de 4 o más unidades de glóbulos rojos durante la cirugía, la ausencia de maniobras de protección pulmonar y la existencia previa de comorbilidades cardiovasculares y pulmonares.

En este estudio se incluyeron 35 pacientes expuestos a cirugía torácica, específicamente recambio valvular, bajo anestesia general balanceada en el Hospital de Especialidades de Puebla, Centro Médico Nacional General de Div. Manuel Ávila Camacho, a los cuales se les revisó expediente clínico en búsqueda de antecedentes y comorbilidades previas a la cirugía, así como revisión de placa de tórax previo al evento quirúrgico, a las 24 y 72 horas para observar si desarrollaban o no atelectasias tras el recambio valvular.

Dentro de nuestro análisis, encontramos que 37.1 % de los pacientes correspondieron al género masculino y 62.9% al género femenino. El riesgo a las 24 horas fue de 1.058, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .438 y superior de 2.556. A las 72 horas de 1.069, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .851 y superior de 1.343. A las 24 horas 5 masculinos y 8 femeninos desarrollaron atelectasias. A las 72 horas 12 masculinos y 19 femeninos, reflejando una mayor incidencia en mujeres a las 72 horas, lo cual concuerda con el estudio de Saffari y colaboradores donde se encontró mayor frecuencia por el género femenino.

La edad media de los pacientes incluidos en el estudio fue de 54.23 años, lo cual concuerda con Luengo y colaboradores sobre el desarrollo de atelectasias en personas alrededor o mayor de los 60 años.

Del total de los pacientes, el 22.9% tuvieron recambio valvular mitral, el 68.6% tuvieron recambio valvular aórtico, no hubo recambios tricuspídeos únicos, el 8.6% tuvieron recambio de dos o más válvulas.

El 100% de los pacientes fue expuesto a anestesia general balanceada así como a la posición de decúbito supino. Al 11.4% le fue asignada una clasificación de ASA III y al 88.6% ASA IV.

El IMC mínimo en los pacientes de nuestro estudio fue de 17.70, el máximo de 35.37, con una media de 26.49 y una desviación estándar de 4.48897. El riesgo de

ser obeso y desarrollar atelectasias a las 24 horas fue de .214, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .105 y superior del .436. A las 72 horas fue de .857, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .737 y superior del .997. Los siete pacientes obesos del estudio desarrollaron atelectasias a las 24 horas, esto concuerda con lo reportado en la literatura, identificando que los pacientes obesos tienen mayor riesgo de presentar atelectasias en el intra y postoperatorio debido al mayor peso del tórax y el abdomen que causa en estos pacientes una menor distensibilidad pulmonar, una mayor presión intra-abdominal y una menor capacidad residual funcional.

El tiempo de derivación cardiopulmonar en los pacientes de nuestro estudio fue de mínimo 72 minutos, máximo de 318 minutos, con una media de 129.20 minutos y desviación estándar de 50.862. El riesgo de haber tenido un tiempo de derivación cardiopulmonar prolongado y desarrollar atelectasias a las 24 horas fue de 1.200, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .446 y superior del 3.227. A las 72 horas fue de .960, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .691 y superior del 1.333. 10 pacientes con tiempo de derivación cardiopulmonar prolongado desarrollaron atelectasias a las 24 horas y 25 pacientes a las 72 horas.

La media de la fracción inspirada de oxígeno empleada en el mantenimiento anestésico de los pacientes incluidos en el estudio fue de 74.29% con una desviación estándar de 7.189. El riesgo de haber tenido una FIO₂ alta y desarrollar atelectasias a las 24 horas fue de .296, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .097 y superior de .908. A las 72 horas fue de .898, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .712 y superior de 1.133. De los pacientes a los cuales se les aplicó una FIO₂ alta, 9 desarrollaron atelectasias a las 24 horas y 15 pacientes a las 72 horas.

La duración del procedimiento anestésico en los pacientes incluidos en el estudio fue mínimo de 250 minutos, máximo de 555 minutos, media de 370.14 minutos. Con una desviación estándar de 83.565 minutos. Es decir, todos los pacientes tuvieron duración prolongada de anestesia mayor a tres horas.

La cantidad de paquetes globulares transfundidos durante la cirugía de los pacientes incluidos en el estudio fue de acuerdo a lo registrado en expediente clínico, registrándose una cantidad mínima de 2 paquetes globulares, máxima de 6 y media de 4.09. Con una desviación estándar de 1.095. El riesgo de haber transfundido cuatro o más paquetes globulares durante la anestesia y desarrollar atelectasias a las 24 horas fue de .348, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .092 y superior de 1.325. A las 72 horas fue de .784, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .559 y superior de 1.099. De los pacientes a los que se les transfundieron cuatro o más paquetes globulares durante la anestesia, 11 desarrollaron atelectasias a las 24 horas y 22 a las 72 horas.

El volumen tidal empleado en los pacientes incluidos en el estudio mínimo fue de 6 ml/kg, máximo de 8 ml/kg, media de 7.03 ml/kg. Con una desviación estándar de

.568 ml/kg. En el 2.9% no se empleó el uso de peso predicho y en el 97.1% sí fue empleado. El PEEP mínimo fue de 0, máximo de 7, media de 4.43. Con una desviación estándar de 1.501. El riesgo de haber empleado maniobras de protección pulmonar y desarrollar atelectasias a las 24 horas es de 1.939, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .763 y superior de 4.927. A las 72 horas es de .736, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .328 y superior de 1.650. Los pacientes en los cuales no se emplearon medidas de protección pulmonar, desarrollaron atelectasias a las 24 y 72 horas. Lo anterior coincide con lo reportado por Kacmarek y colaboradores, quienes concluyeron que las maniobras mecánicas de protección pulmonar mejoran la presión de conducción y eficiencia pulmonar.

En cuanto a comorbilidad cardiovascular, el 42.9% de los pacientes en este estudio fueron clase NYHA II, el 51.4% clase III y el 5.7% clase IV. La FEVI mínima fue de 28, máxima de 75, media de 56.20, con una desviación estándar de 12.056. El 48.6% eran pacientes con hipertensión arterial sistémica y el 22.9% padecían diabetes mellitus tipo 2. El 20% eran pacientes fumadores, 40% tenía hiperlipidemia y el 17.1% refirió consumir alcohol. El riesgo de tener alguna comorbilidad cardiovascular y desarrollar atelectasias a las 24 horas fue de 1.450, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .564 y superior de 3.728. A las 72 horas fue de .716, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .403 y superior de 1.272. En nuestro estudio, 10 pacientes con comorbilidad cardiovascular desarrollaron atelectasias a las 24 horas y 27 a las 72 horas.

En relación con la presencia de enfermedades pulmonares subyacentes, el 14.3% era portador de enfermedad pulmonar obstructiva crónica, el 5.7% de asma, el 2.9% bronquitis y el 28.6% algún tipo de alergia. El riesgo de tener alguna enfermedad pulmonar subyacente y desarrollar atelectasias a las 24 horas fue de .232, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .090 y superior de .599. A las 72 horas de .826, con un intervalo de confianza del 95% inferior de .685 y superior de .996. En este estudio, 9 pacientes con enfermedades pulmonares subyacentes desarrollaron atelectasias a las 24 horas y 12 pacientes a las 72 horas. Jin y colaboradores reconocen que la identificación de estos factores de riesgo perioperatorio, representan una manera importante de mejorar la calidad de la atención en pacientes quirúrgicos.

En nuestro estudio, la incidencia de desarrollo de atelectasias a las 24 horas fue del 34.28% y a las 72 horas el 88.57%

La concordancia entre el desarrollo de atelectasias a las 24 y 72 horas fue del 14%.

Una de las limitantes del estudio, fue el tamaño de la muestra, esto condicionado a la dificultad para recabar placas de tórax, ya que no existe algún sistema electrónico en la UMAE que almacene las mismas a posteridad, así como la falta de reporte de la presencia de atelectasias en notas médicas subsecuentes y de un subregistro por

parte de los perfusionistas en cuanto a la cantidad de paquetes globulares empleados durante la cirugía.

El desarrollo de atelectasias después de la anestesia general y la cirugía cardíaca es casi inevitable y se ha descrito como presente en la mayoría de los pacientes, con una incidencia de alrededor del 90% en los pacientes quirúrgicos cardíacos. La presencia de atelectasias crea alteraciones en la mecánica pulmonar, oxigenación y ventilación que pueden llevar a otras complicaciones peri y postoperatorias, aumento de la estancia hospitalaria y mortalidad, por ello, es de suma importancia reconocer esta complicación, sus factores asociados y medidas preventivas.

7. Conclusiones

De acuerdo a este estudio, existe una mayor incidencia de atelectasias en pacientes del género femenino a las 72 horas.

El desarrollo de atelectasias se presenta con mayor frecuencia en personas alrededor o mayor de los 60 años.

El recambio valvular aórtico fue el más común en la población de este estudio.

El decúbito supino, la anestesia general balanceada, una clasificación de ASA mayor de III y la obesidad influyeron en la aparición de atelectasias.

El tiempo de derivación cardiopulmonar tuvo una media de 129.20 minutos, 10 pacientes con tiempo de derivación cardiopulmonar prolongado desarrollaron atelectasias a las 24 horas y 25 pacientes a las 72 horas.

Los pacientes que fueron manejados con FIO₂ menor de 80% presentaron menor incidencia de atelectasias a las 24 horas

Todos los pacientes del estudio tuvieron un tiempo de anestesia mayor a tres horas, por lo que no se concluye como factor de riesgo único en el desarrollo de las mismas.

La media de volumen tidal empleado fue de 7.03 ml/kg y PEEP de 4.43, el peso predicho fue empleado en 97.1% de los pacientes. Los pacientes en los cuales no se emplearon medidas de protección pulmonar desarrollaron atelectasias a las 24 horas.

El 51.4% de los pacientes tenían un NYHA clase III, FEVI media de 56.20%, el 48.6% eran hipertensos y el 22.9% padecían diabetes mellitus tipo 2, el 20% eran fumadores, el 40% tenía hiperlipidemia y el 17.1% refirió consumir alcohol. Con base a la muestra, no se puede concluir si la comorbilidad cardiovascular en los pacientes incluidos en este estudio, influyó en el desarrollo de atelectasias.

El 14.3% de los pacientes era portador de enfermedad pulmonar obstructiva crónica, el 5.7% de asma, el 2.9% bronquitis y el 28.6% algún tipo de alergia. En nuestro estudio, los pacientes con antecedente de EPOC, asma y bronquitis desarrollaron atelectasias en las primeras 24 horas.

La incidencia de desarrollo de atelectasias a las 24 horas fue del 34.28% y a las 72 horas el 88.57%.

La concordancia entre el desarrollo de atelectasias a las 24 y 72 horas fue del 14%.

Propuestas

Identificar los factores de riesgo preoperatorios, intraoperatorios y posoperatorios relacionados con el desarrollo de atelectasias.

Continuar utilizando por parte del servicio de anestesiología medidas de protección pulmonar y principalmente en pacientes con IMC >30 Kg/m², comorbilidades pulmonares y cardiovasculares.

Mejorar el registro de uso de hemoderivados durante el transoperatorio tanto por parte del servicio de anestesiología como por el servicio de perfusión.

Crear un sistema de almacenamiento electrónico de placas de tórax y reportar en notas médicas subsecuentes la presencia de atelectasias.

Se sugiere seguir investigando para mejorar estrategias de prevención y tratamiento con el fin de disminuir la estancia hospitalaria prolongada, morbilidad y mortalidad asociadas.

Bibliografía

- 1.- Tarun M. Atelectasis. Medscape <https://emedicine.medscape.com/article/296468-overview> Consultado el 20 de enero 2019.
- 2.- Luengo A, Carvajal C. Atelectasias intraoperatorias, mecanismos de formación y estrategias de prevención. Rev Chil Anest. 2013; 42: 167-179.
3. - Tusman G, Böhm S, Warner D, Sprung J. Atelectasis and perioperative pulmonary complications in high-risk patients. Curr Opin Anaesthesiol. 2012; 25 (1): 1-10.
- 4.- Cortés A, Martínez M. Manifestaciones radiográficas de las atelectasias pulmonares lobares en la radiografía de tórax y su correlación con la tomografía computarizada. Radiología. 2013; 56 (3): 257-267.
- 5.- Sá LM, Humberto F, Rodrigues R, Carvalho MJ, Costa JO. Atelectasias durante Anestesia: Fisiopatología e Tratamiento. Rev Bras Anesthesiol. 2008; 58 (1): 73-83.
6. - Pelosi P, Ball L, Gama M, Rocco PRM. General Anesthesia Closes the Lungs: Keep Them Resting. Turk J Anaesthesiol Reanim. 2016; 44: 163-174.
7. - Hoegla S, Zwisslerb B, Eltzschig HK, Vohwinkel C. Acute respiratory distress syndrome following cardiovascular surgery: current concepts and novel therapeutic approaches. Curr Opin Anaesthesiol. 2016; 29 (1): 94-100.
8. - Neves FH, Carmona MJ, Auler J, Rodrigues RR, Rouby JJ, Malbouisson LMS. Cardiac Compression of Lung Lower Lobes after Coronary Artery Bypass Graft with Cardiopulmonary Bypass. PlosOne. 2014; 8: 1-13.
9. – Saffari NH, Nasiri E, Mousavinasab SN, Ghafari R, Soleimani A, Esmaili R. Frequency Rate of Atelectasis in Patients Following Coronary Artery Bypass Graft and Its Associated Factors at Mazandaran Heart Center. Glob J Health Sci. 2015; 7 (7): 97-105.
10. - Al-Qubati FA, Damag A, Noman T. Incidence and outcome of pulmonary complications after open cardiac surgery, Thowra Hospital, Cardiac center, Sana'a, Yemen. Egypt J Chest Dis Tuberc. 2013; 62: 775-780.
11. - Urell C, Westerdahl E, Hedenström H, Janson C, Emtner M. Lung Function before and Two Days after Open-Heart Surgery. Crit Care Res Pract. 2012; 2012: 1-7.
12. - Jin Y, Xie G, Wang H, Jin L, Li J, Cheng B, et al. Incidence and Risk Factors of Postoperative Pulmonary Complications in Noncardiac Chinese Patients: A Multicenter Observational Study in University Hospitals. Biomed Res Int. 2015; 2015: 1-10.
13. - Vats M, Mehta Y, Kumar S, Vats D, Yaseen T, Khurana SSP, et al. Prevention of postoperative atelectasis in the post-cardiac surgical patient with poor left ventricular function: a study of the efficacy of bi-level positive airway pressure. J Lung Pulm Respir Res. 2017; 4 (1): 3-9.
14. Fernandez-Bustamante A, Frendl G, Sprung J, Kor DJ, Subramaniam B, Martínez R, et al. Postoperative Pulmonary Complications, Early Mortality, and Hospital Stay Following Noncardiothoracic Surgery A Multicenter Study by the

- Perioperative Research Network Investigators. *JAMA Surgery*. 2017; 52 (2): 157-166.
15. - Miskovic A, Lumb AB. Postoperative pulmonary complications. *Br J Anaesth*. 2017; 118 (3): 317–334.
16. - Sengupta S. Post-operative pulmonary complications after thoracotomy. *Indian J Anaesth*. 2015; 59 (9): 618–626.
17. – Elkolaly RM, Sabry M, Abo-Elnasi M, Arafat A. Neighbours affect each other; pulmonary affection after cardiac surgery. *Egypt J Bronchol*. 2018; 12 (2): 240-246.
18. - Vinod KV. Postoperative pulmonary complications after noncardiothoracic surgery. *Indian J Anaesth*. 2015; 59 (9): 599-605.
19. – Östberg E, Auner U, Enlund M, Zetterström H, Edmarka L. Minimizing atelectasis formation during general anaesthesia—oxygen washout is a non-essential supplement to PEEP. *J Med Sci*. 2017; 122 (2): 92-98.
20. - Badenes R, Lozano A, Belda J. Postoperative Pulmonary Dysfunction and Mechanical Ventilation in Cardiac Surgery. *Crit Care Res Pract*. 2015; 2015: 1-8.
21. - Lugg ST, Agostini PJ, Tikka T, Kerr A, Adams K, Bishay E, et al. Long-term impact of developing a postoperative pulmonary complication after lung surgery. *Thorax*. 2016; 71: 171–176.
22. - Restrepo R, Braverman J. Current challenges in the recognition, prevention and treatment of perioperative pulmonary atelectasis. *Expert Rev Respir Med*. 2015; 9 (1): 97–107.
23. Ferrando C, Romero C, Tusman G, Suarez-Sipmann F, Canet J, Dosdá R, et al. The accuracy of postoperative, noninvasive Air-Test to diagnose atelectasis in healthy patients after surgery: a prospective, diagnostic pilot study. *BMJ OPEN*. 2017; 7: 1-9.
24. - Al E, Zakkar M, Fiorentino F, Angelini GD. Pulmonary Protection Strategies in Cardiac Surgery: Are We Making Any Progress?. *Oxid Med Cell Longev*. 2015; 2015: 1-8.
25. - Kacmarek RM, Villar J. Lung-protective Ventilation in the Operating Room. *Anesthesiology*. 2018; 129 (6): 1057-1059.
26. - Parke RL, McGuinness SP, Milne D, Jull A. A new system for assessing atelectasis on chest x-ray after sternotomy for cardiac surgery. *Med Imaging Radiol*. 2014; 2 (2): 1-5.