



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA - IGNACIO CHÁVEZ  
GRUPO C.T. SCANNER

***HALLAZGOS EN TOMOGRAFÍA DE ALTA RESOLUCIÓN DE TÓRAX  
ASOCIADOS CON ATRAPAMIENTO AÉREO EN 2018 EN PACIENTES  
DE CT SCANNER SAN ÁNGEL.***

TESIS PROFESIONAL  
PARA OPTAR POR EL GRADO DE ESPECIALIZACIÓN MÉDICA EN:  
IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA

**PRESENTA:  
SANDRA MARIANA PINZÓN RAMÍREZ**

Dr. Carlos Rafael Sierra Fernández  
Director de Enseñanza  
Instituto Nacional de Cardiología  
"Ignacio Chávez"

Dra. Mary Carmen Herrera Zarza  
Profesor del Curso  
Imagenología Diagnóstica y Terapéutica  
C.T. Scanner - UNAM

CIUDAD DE MÉXICO, AGOSTO 2019



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

---

DR. CARLOS RAFAEL SIERRA FERNÁNDEZ  
DIRECTOR DE ENSEÑANZA  
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA – IGNACIO  
CHÁVEZ

---

DRA. MARY CARMEN HERRERA ZARZA  
PROFESOR DEL CURSO DE IMAGENOLOGÍA  
DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA Y ASESOR DE TESIS

CIUDAD DE MÉXICO, 2019

## **DEDICATORIA**

**A Dios por bendecir y guiar siempre mi camino,**

**A mis padres y hermano: ustedes son mi mundo entero, mi apoyo y motivación.**

**A mis maestros, por la paciencia, enseñanza y compromiso.**

## **AGRACEDIMIENTOS**

**A mis pacientes, por su confianza,**

**A México, mi segundo hogar, por recibirme y hacerme sentir como en casa.**

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar los hallazgos asociados con atrapamiento aéreo por tomografía de tórax de alta resolución en pacientes en el período de 2018.

**Materiales y Métodos:** Se realizó un estudio observacional, descriptivo, retrospectivo y transversal. Se incluyeron 343 pacientes que se realizaron un examen de tomografía de tórax de alta resolución en el centro de diagnóstico por imagen CT Scanner San Ángel.

**Resultados:** De los 343 pacientes estudiados, 56.5% (194) fueron de sexo femenino y 43.4% (149) de sexo masculino. Del total de pacientes, 126 (36.7%) no presentaron atrapamiento aéreo y 217 (63.3%) si lo presentaron. El atrapamiento aéreo fue más común en el sexo femenino 115 (53%), frente a 102 (47%) del sexo masculino. Al comparar los grupos de edad con el padecimiento observamos que en el grupo de 0 a 40 años 25 (11.5%) presentaron atrapamiento aéreo, de 41 a 60 años 52 (23.9%) lo presentaron y en el de 61 y más años 140 (64.5%) lo presentaron, lo cual evidencia que a mayor edad es mayor el riesgo de presentar este padecimiento. El atrapamiento se presentó en 217 pacientes, 81 (37.3%) por enfermedad de la vía aérea pequeña, 42 (19.4%) enfermedad pulmonar vascular, 24 (11.1%) enfermedad parenquimatosa primaria y 70 (32.2%) aislado. Los hallazgos tomográficos asociados en los pacientes fueron en 40 (27.2%) aumento del diámetro de la arteria pulmonar principal, en 39 (26.6%) engrosamiento de la pared bronquial, en 23 (15.6%) bronquiectasias, en 11 (7.5%) nódulos centrilobulillares o en árbol de gemación, en 8 (5.4%) taponamiento mucoso y en 2 (1.4%) trombos en las arterias pulmonares.

**Conclusión:** Nuestro estudio demostró que los hallazgos asociados con atrapamiento aéreo que se ven con mayor frecuencia fueron el aumento del diámetro de la arteria pulmonar principal, el engrosamiento de la pared bronquial y las bronquiectasias con el 69.4% de la población de estudio. Al comparar por grupos de edad observamos que en el grupo de 61 años o más la frecuencia de atrapamiento aéreo fue mayor, lo cual evidencia lo que señala la literatura, que conforme avanza la edad, el riesgo es mayor para presentar este signo. La enfermedad de la vía aérea pequeña fue la etiología más frecuente de atrapamiento aéreo, con el 37.3% de la población evaluada y el hallazgo tomográfico más frecuente fue el engrosamiento bronquial en un 48.1%. De los 217 pacientes con atrapamiento aéreo, 70 lo presentaron de manera aislada, correspondiendo a una frecuencia del 32.3%.

**Palabras clave:** Tomografía de tórax de alta resolución, atrapamiento aéreo, enfermedad de la vía aérea pequeña, enfermedad parenquimatosa primaria, enfermedad vascular pulmonar.

## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>2. ANTECEDENTES CIENTÍFICOS</b>	<b>2</b>
2.1. <i>Definición</i>	2
2.2. <i>Fisiopatología</i>	2
2.3. <i>Factores de Riesgo</i>	3
2.4. <i>Etiología</i>	3
2.4.1. <i>Enfermedad de la vía aérea pequeña</i>	3
2.4.2. <i>Enfermedad vascular pulmonar</i>	3
2.4.3. <i>Enfermedad parenquimatosa primaria</i>	4
2.5. <i>Clasificación de severidad</i>	4
2.6. <i>Hallazgos por tomografía</i>	4
2.6.1. <i>Enfermedad de la vía aérea pequeña</i>	4
2.6.2. <i>Enfermedad vascular pulmonar</i>	5
2.6.3. <i>Enfermedad parenquimatosa primaria</i>	5
2.7. <i>Otras asociaciones con atrapamiento aéreo en TCAR</i>	6
<b>3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>6</b>
<b>4. JUSTIFICACION</b>	<b>7</b>
<b>5. OBJETIVOS</b>	<b>7</b>
5.1. <i>Objetivo General</i>	7
5.2. <i>Objetivos Específicos</i>	7

<b>6. METODOLOGIA</b>	<b>8</b>
6.1. <i>Tipo y diseño de estudio</i>	8
6.2. <i>Población</i>	8
6.3. <i>Criterios de inclusión, exclusión y eliminación</i>	8
6.4. <i>Procedimiento</i>	8
<b>7. RESULTADOS</b>	<b>9</b>
<b>8. DISCUSION</b>	<b>12</b>
<b>9. CONCLUSIONES</b>	<b>15</b>
<b>10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>16</b>



## 1. INTRODUCCION

El atrapamiento aéreo es definido como la retención de aire en el pulmón, distal a una obstrucción (generalmente parcial)<sup>1</sup>.

El patrón de atenuación en mosaico es definido como áreas parcheadas de diferente atenuación que pueden representar (a) focos de patología intersticial, (b) enfermedad obstructiva de la vía aérea pequeña o (c) enfermedad vascular oclusiva. El atrapamiento aéreo secundario a la obstrucción bronquial o bronquiolar puede producir zonas focales de disminución de la atenuación<sup>1</sup>.

Así pues la tomografía computada de alta resolución (TCAR) en espiración es sensible para la detección de atrapamiento aéreo, como signo definitivo de obstrucción de las vías respiratorias en diversas enfermedades de las vías aéreas (enfisema, bronquiolitis obliterante, asma bronquial, fibrosis quística, sarcoidosis, neumonitis por hipersensibilidad)<sup>2</sup>.

Por todo esto es importante recordar que la atenuación del mosaico es un hallazgo que implica un gran diagnóstico diferencial y no es un diagnóstico en sí mismo<sup>3</sup>.

Si bien la causa predominante de la atenuación del mosaico puede variar según la institución, las enfermedades pulmonares parenquimatosas contribuyen a aproximadamente la mitad de los casos de atenuación del mosaico, mientras que las enfermedades de las vías aéreas pequeñas son la causa subyacente en aproximadamente un tercio de los casos. Las enfermedades de la vasculatura pulmonar contribuyen a los casos restantes<sup>3</sup>.

El propósito de este trabajo es revisar las causas de atrapamiento aéreo y resaltar los hallazgos tomográficos que pueden ayudar a determinar el proceso patológico subyacente.

## **2. ANTECEDENTES CIENTÍFICOS**

### **2.1. Definición**

El atrapamiento aéreo es definido por la Fleischner Society como la retención de aire en el pulmón, distal a una obstrucción (generalmente parcial)<sup>1</sup>.

Se observa en las tomografías computarizadas al final de la espiración como áreas parenquimatosas con un aumento menor al normal en la atenuación y falta de reducción de volumen. La comparación entre tomografías computarizadas inspiratorias y espiratorias puede ser útil cuando la captura de aire es sutil o difusa<sup>4</sup>.

Se puede observar cierto grado de heterogeneidad parenquimatosa en individuos normales. En general, las porciones más dependientes del pulmón tienen una atenuación ligeramente más alta que el pulmón menos dependiente. Sin embargo, la discontinuidad de este gradiente se puede ver en el nivel de las fisuras, donde los aspectos posteriores del lóbulo superior a menudo tienen mayor atenuación que los segmentos superiores de los lóbulos inferiores<sup>3</sup>.

Incluso cuando se tienen en cuenta estos gradientes fisiológicos, se puede observar una leve atenuación en mosaico en la inspiración en hasta el 20% de los pacientes normales<sup>5</sup>. Se pueden producir áreas de atrapamiento aéreo de un lóbulo en 40% a 80% de los pacientes normales en la tomografía computada (TC) tanto cualitativa como cuantitativa<sup>3</sup>.

### **2.2. Fisiopatología**

Las neumopatías difusas se pueden clasificar en dos categorías:

- 1) Enfermedad obstructiva (enfermedad de las vías aéreas, por ejemplo: enfisema, bronquitis crónica, bronquiectasias y asma), que se caracteriza por limitación del flujo aéreo habitualmente debido a un aumento de la resistencia producido por obstrucción parcial o completa a cualquier nivel. En estos pacientes la capacidad pulmonar total y la capacidad vital forzada (FVC) son normales o están aumentadas, y el dato fundamental es una disminución de la velocidad del flujo espiratorio, que habitualmente se mide por el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1). La obstrucción espiratoria puede deberse a una estenosis anatómica de las vías aéreas, que se observa clásicamente en asma, o a la pérdida del retroceso elástico, característico del enfisema<sup>6</sup>.
- 2) Enfermedad restrictiva es caracterizada por reducción de la expansión del parénquima pulmonar y de la capacidad pulmonar total. La FVC está

reducida y la velocidad del flujo espiratorio es normal o está reducido de forma proporcional. Este defecto restrictivo se produce en dos situaciones generales: a. Trastornos de la pared torácica con pulmones normales (p. Ej.: Obesidad grave, enfermedad de la pleura y trastornos neuromusculares) y b. Neumopatías intersticiales agudas (p. ej.: síndrome de dificultad respiratoria aguda) o crónicas (p. Ej.: neumoconiosis, fibrosis intersticial y enfermedades infiltrativas – sarcoidosis)<sup>6</sup>.

### **2.3. Factores de riesgo**

Los factores de riesgo asociados con atrapamiento aéreo se pueden dividir en:

- A. No modificables: Sexo masculino, edad avanzada, antecedente de asma<sup>7</sup>.
- B. Modificables: Ser fumador<sup>8</sup>, exposición a materiales particulados (por ej.: partículas de cemento cáustico, fibras de vidrio, hidrocarburos aromáticos policíclicos, etc.)<sup>9</sup>, historial de neumonía, altos niveles de neutrófilos en la vía aérea y la atopia<sup>7</sup>, entre otros.

### **2.4. Etiología**

En general, la atenuación en mosaico o el atrapamiento de aire que involucra más de un segmento pulmonar a menudo tiene una base patológica subyacente, para la cual se debe buscar una causa<sup>3</sup>, por ello dividiremos estas causas subyacentes en 3 grupos<sup>10</sup>:

#### **2.4.1 Enfermedad de la vía aérea pequeña:**

Las vías aéreas pequeñas se definen como vías aéreas no cartilaginosas con un diámetro interno de menos de 2 mm y están ubicadas desde la octava generación de vías aéreas hasta los bronquiolos terminales (vías aéreas más pequeñas sin alvéolos) y bronquiolos respiratorios (vías aéreas distales a los bronquiolos terminales)<sup>11</sup>.

La enfermedad de las vías respiratorias pequeñas se puede clasificar como:

- a. Trastorno bronquial primario, que incluye bronquiolitis constrictiva, bronquiolitis celular, panbronquiolitis difusa, bronquiolitis respiratoria, enfermedad de las vías respiratorias por polvo mineral y bronquiolitis folicular.
- b. Compromiso bronquiolar en la enfermedad pulmonar intersticial difusa, como la neumonitis por hipersensibilidad.
- c. Afectación bronquial en enfermedades de las vías respiratorias grandes, como bronquiectasias o asma<sup>3</sup>.

#### **2.4.2 Enfermedad vascular pulmonar:**

La enfermedad vascular pulmonar primaria produce una atenuación en mosaico debido a las diferencias regionales en la perfusión pulmonar<sup>3</sup>. La atenuación en mosaico se observa más comúnmente en asociación con la hipertensión pulmonar, en la cual se observa agrandamiento del tronco de la arteria pulmonar y compromiso del corazón derecho que incluye agrandamiento del ventrículo derecho e hipertrofia<sup>12</sup>.

Puede ser difícil de detectar clínicamente porque los síntomas y signos de hipertensión pulmonar no son específicos<sup>10</sup>. La hipertensión pulmonar es un estado hemodinámico de la circulación pulmonar definido por una presión media en la arteria pulmonar (mPAP)  $\geq 25$  mmHg<sup>13</sup>.

Cualquier causa de hipertensión pulmonar puede provocar atenuación en mosaico, encontrando entre las más comunes la hipertensión pulmonar tromboembólica crónica y la hipertensión arterial pulmonar primaria<sup>14</sup>; otras causas menos comunes incluyen la enfermedad cardíaca izquierda, enfermedad venooclusiva pulmonar, hemangiomas capilares pulmonares y vasculitis<sup>3</sup>.

#### ***2.4.3 Enfermedad parenquimatosa primaria:***

Caracterizada por presencia de opacidad en vidrio esmerilado definida como mayor atenuación pulmonar a través de la cual las vías aéreas y los vasos subyacentes permanecen visibles<sup>1</sup>; es un hallazgo inespecífico con numerosas causas agudas como: edema pulmonar, hemorragia pulmonar, infecciosas, daño alveolar difuso, neumonía eosinofílica aguda y subagudas o crónicas como: neumonía organizada, neumonitis por hipersensibilidad, neumonía intersticial no específica, entre otras<sup>3</sup>.

#### ***2.5. Clasificación de severidad***

El atrapamiento de aire se puede dividir en leve (<25%), moderado (25–50%) y severo (> 50%), basada en una estimación subjetiva del atrapamiento de aire en relación con el volumen pulmonar total<sup>15</sup>.

#### ***2.6. Hallazgos por tomografía***

##### ***2.6.1 Enfermedad de la vía aérea pequeña***

Se ha encontrado que la presencia de anomalías en las vías respiratorias grandes es el mejor factor predictivo de que la causa subyacente de la atenuación en mosaico se debe a un proceso de enfermedad de las vías respiratorias pequeñas, incluso mejor que el atrapamiento aéreo<sup>14</sup>.

Tomográficamente se caracteriza por un engrosamiento de la pared bronquial, leve distorsión de las vías respiratorias, taponamiento de moco endobronquial<sup>3</sup>, bronquiectasias que suministran áreas de pulmón hipoatenuado, nódulos centrilobulillares o de árbol en gemación (en bronquiolitis infecciosa).

### **2.6.2 Enfermedad vascular pulmonar**

Se caracteriza por heterogeneidad en la atenuación parenquimatosa que refleja la disminución del flujo sanguíneo en áreas de atenuación reducida<sup>16</sup>.

Las características clásicas en tomografía computada de la hipertensión pulmonar incluyen hipertrofia del ventrículo derecho, aplanamiento del tabique interventricular y agrandamiento de la arteria pulmonar principal con estrechamiento periférico<sup>10</sup>.

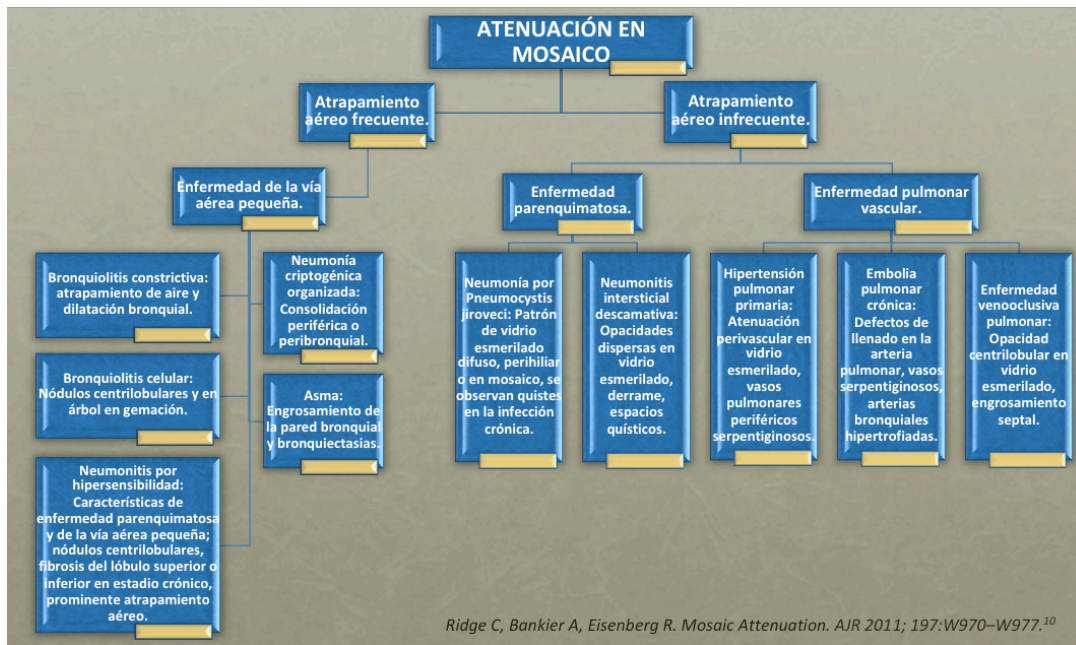
En la enfermedad venooclusiva pulmonar se conoce una tríada característica: Ganglios linfáticos mediastinales aumentados de tamaño, opacidades centrilobulillares en vidrio esmerilado y engrosamiento de los septos interlobulillares<sup>13</sup>.

En la hipertensión pulmonar tromboembólica crónica los hallazgos por tomografía son: demostración del trombo adherente, oclusión abrupta de las arterias pulmonares, irregularidades luminares con engrosamiento excéntrico de la pared y cambio abrupto de calibre (generalmente debido a la recanalización)<sup>3</sup>. El patrón de atenuación en mosaico en esta entidad clásicamente se caracteriza por tener una distribución segmentaria o subsegmentaria bien demarcada debido a la distribución vascular de los trombos.

La hemangiomasia pulmonar capilar se caracteriza por hallazgos de hipertensión pulmonar (hipertrofia del ventrículo derecho, aplanamiento del tabique interventricular y agrandamiento de la arteria pulmonar principal), asociado con áreas de opacidades reticulonodulares o micronodulares difusas o bibasales<sup>17</sup> y menos frecuente engrosamiento septal, linfadenopatía, derrame pleural y derrame pericárdico<sup>18</sup>.

### **2.6.3 Enfermedad parenquimatosa primaria**

Se caracteriza por alteración intersticial o llenado de los espacios aéreos con líquido, células o fibrosis interpuesta con el pulmón hipoatenuante normal. La tomografía computarizada espiratoria suele mostrar una disminución uniforme en el volumen pulmonar y un aumento en la atenuación del parénquima pulmonar afectado.



Se observa con mayor frecuencia en la neumonía por *Pneumocystis jiroveci*, la neumonitis por hipersensibilidad y la neumonía piógena. Es una manifestación rara de neumonitis intersticial inespecífica y descamativa<sup>10</sup>.

### 2.7. Otras asociaciones con atrapamiento aéreo en TCAR

ASOCIACIONES	EJEMPLOS
Aisladas.	Asma Bronquiolitis obliterante Bronquitis crónica
Con bronquiectasias.	Infección micobacteriana no tuberculosa Fibrosis quística Bronquiectasias idiopáticas
Con enfermedad intersticial pulmonar.	Sarcoidosis Neumonitis por hipersensibilidad
Otras condiciones poco comunes.	Espectro de proliferación celular neuroendocrina. Hiperplasia de células neuroendocrinas pulmonares idiopáticas difusas (DIPNECH) Escoliosis Vasculitis

## 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El atrapamiento aéreo es un signo definitivo de obstrucción de las vías respiratorias en diversas enfermedades de las vías aéreas. La tomografía

computada de alta resolución (TCAR) en espiración es sensible para su detección<sup>2</sup>. Se evidencia como áreas parcheadas de diferente atenuación que pueden representar (a) enfermedad parenquimatosa primaria, (b) enfermedad obstructiva de la vía aérea pequeña o (c) enfermedad vascular oclusiva<sup>1</sup>.

Cualquiera de las patologías descritas en el presente trabajo comprometen en mayor o menor grado el estado funcional y la calidad de vida de los pacientes, de ahí radica la importancia en la identificación de los hallazgos sugestivos de cada patología, de un diagnóstico precoz y un manejo adecuado.

Por lo anterior descrito, nos planteamos la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los hallazgos tomográficos encontrados con mayor frecuencia en los pacientes con atrapamiento aéreo?.

#### **4. JUSTIFICACION**

Algunas de las enfermedades asociadas con atrapamiento aéreo presentan una prevalencia e incidencia importante a nivel mundial y por ello nos obliga a investigar la frecuencia de los hallazgos asociados con la finalidad de reconocer el impacto en nuestro país.

La base de datos recopilada en este trabajo servirá para futuros trabajos de investigación. Las conclusiones y resultados nos permitirán conocer el comportamiento de este signo en nuestra población y promover la importancia del diagnóstico de las patologías asociadas y la prevención oportuna en los casos que fuese posible.

#### **5. OBJETIVOS**

##### **5.1 Objetivo General**

Describir la frecuencia de hallazgos asociados con atrapamiento aéreo de 343 pacientes que se hayan realizado tomografía de tórax de alta resolución en el centro de diagnóstico por Imagen CT Scanner San Ángel.

##### **5.2 Objetivos Específicos**

- Conocer el perfil demográfico de la población estudiada (distribución por género y grupos de edad).
- Conocer el porcentaje de estudios reportados como normales por género y grupo de edad.
- Determinar el porcentaje de estudios reportados con atrapamiento aéreo, distribuidos por género y grupo de edad.
- Determinar el porcentaje de hallazgos asociados según la etiología.

## 6. METODOLOGIA

### 6.1 Tipo y diseño de estudio

- Tipo de estudio: Observacional, descriptivo, retrospectivo y de corte transversal.
- Diseño: Se evaluaron 343 estudios de tomografía de tórax de alta resolución realizadas durante el período del 1 de Enero de 2018 al 31 de Diciembre de 2018, de los cuales se valoró el número de pacientes con atrapamiento aéreo.

### 6.2 Población

Total de pacientes con estudios de tomografía de tórax de alta resolución del servicio de Imagen de tórax del centro de Diagnóstico por Imagen CT Scanner San Ángel en el período de Enero 2018 - Diciembre 2018.

### 6.3 Criterios de inclusión, exclusión y eliminación

- Inclusión:
  - Pacientes sometidos a tomografía de tórax de alta resolución en nuestro centro en el período de Enero a Diciembre 2018.
- Exclusión:
  - Pacientes con tomografía de tórax de alta resolución a quienes no se les realizó la fase de espiración.
  - Pacientes con estudios de tomografía de tórax de alta resolución realizadas en otro equipo u otro centro.
  - Pacientes con patología pulmonar neoplásica o metastásica.
- Eliminación:
  - Pacientes con material quirúrgico metálico en el esternón por probabilidad de artificios.
  - Pacientes con antecedente de cirugía pulmonar.

### 6.4 Procedimiento

Previa autorización de las autoridades del Centro de Diagnóstico por Imagen CT Scanner San Ángel, se realizó una revisión de 343 reportes de tomografía de tórax de alta resolución, realizadas en un equipo PET-CT General Electric Discovery 710 *Serie 1351*, de pacientes en los archivos digitales del programa *Centricity™ - Radiology Information Systems (RIS-IC) GE Healthcare IT* y del *Centricity™ GE Picture Archiving and Communication System (PACS)* con la finalidad de identificar la frecuencia de atrapamiento aéreo. Se elaboró una ficha digital en el programa de cómputo *Microsoft Excel v16.14.1* para la recolección de los datos.



## 7. RESULTADOS

Se estudiaron 343 pacientes de un centro radiológico privado de la ciudad de México. Del total de la muestra, se observó un predominio el sexo femenino con 56.6%, con respecto al masculino que fue de 43.4%.

En cuanto a la frecuencia del padecimiento se encontró que 126 (36.7%) pacientes no presentaron atrapamiento aéreo y 217 (63.3%) si tuvieron atrapamiento aéreo.

En relación al padecimiento por sexo, se encontró que 79 (40.7%) pacientes de sexo femenino tienen tomografía normal y 115 (59.3%) tuvieron atrapamiento aéreo; y en el sexo masculino 47 (31.6%) presentaron tomografía normal y 102 (68.4%) presentaron atrapamiento aéreo, lo cual evidencia discreta variabilidad en la frecuencia del padecimiento en relación con el sexo del paciente. (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Frecuencia de atrapamiento aéreo en la población de estudio de acuerdo a las variables estudiadas

Variable	Padecimiento	
	Normal n= 126 (36.7%)	Atrapamiento aéreo n= 217 (63.2%)
<b>Sexo</b>		
Femenino	79 (40.7%)	115 (59.3%)
Masculino	47 (31.6%)	102 (68.4%)

Con respecto, al padecimiento por grupos de edad, se observó que en el grupo de 0 a 40 años 18 (14.3%) presentó tomografía normal y 25 (11.5%) atrapamiento aéreo. En el grupo de 41 a 60 años 51 (40.5%) presentó tomografía normal y 52 (23.9%) atrapamiento aéreo. Y en el grupo de 61 y más años se observó que 57 (45.2%) presentó tomografía normal y 140 (64.5%) atrapamiento aéreo, lo cual evidencia que a mayor edad es mayor el riesgo de presentar este padecimiento, resultado que fue estadísticamente significativo. (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Comparación por grupos de edad con tomografía normal y atrapamiento aéreo

Variable	Padecimiento	
	Normal n= 126 (36.7%)	Atrapamiento aéreo n= 217 (63.2%)
<b>Grupo</b>		
0-40 años	18 (14.3%)	25 (11.5%)
41-60 años	51 (40.5%)	52 (23.9%)

61 y más	57 (45.2%)	140 (64.5%)
----------	------------	-------------

De acuerdo a los hallazgos encontrados en los pacientes que presentaron atrapamiento aéreo (217), se encontró que 81 (37.3%) tenían enfermedad de la vía aérea pequeña, 42 (19.4%) enfermedad pulmonar vascular, 24 (11.1%) enfermedad parenquimatosa primaria y 70 (32.2%) no se asociaron con hallazgos tomográficos, por lo cual se denominó atrapamiento aéreo aislado. (Cuadro 3).

De los 81 con enfermedad de la vía aérea pequeña, 43 (53%) son de sexo femenino y 38 (47%) de sexo masculino. De los 42 con enfermedad vascular primaria 18 (42.8%) son del sexo femenino y 24 (57.2%) de sexo masculino. De los 24 con enfermedad parenquimatosa primaria 13 (54.2%) son de sexo femenino y 11 (45.8%) de sexo masculino. De los 70 con hallazgos aislado 34 (48.5%) son de sexo femenino y 36 (51.5%) de sexo masculino.

**Cuadro 3.** Frecuencia de atrapamiento aéreo según la etiología.

Variable	Padecimiento
<b>Etiología</b>	<b>Atrapamiento aéreo n= 217</b>
Enfermedad de la vía aérea pequeña	81 (37.3%)
Enfermedad vascular pulmonar	42 (19.4%)
Enfermedad parenquimatosa primaria	24 (11.1%)
Aislado	70 (32.2%)

En el grupo de pacientes con enfermedad de la vía aérea pequeña (81) se evidencia que los hallazgos tomográficos que predominaron fueron: en 39 (48.1%) engrosamiento de la pared bronquial, 20 (51.3%) son de sexo femenino y 19 (48.7%) de sexo masculino; 23 (28.4%) con bronquiectasias, 14 (60.9%) son de sexo femenino y 9 (39.1%) de sexo masculino; 11 (13.6%) con nódulos centrilobulillares o en árbol en gemación, 3 (27.3%) son de sexo femenino y 8 (72.7%) de sexo masculino; y 8 (9.9%) con taponamiento mucoso, 6 (75%) son de sexo femenino y 2 (25%) de sexo masculino. (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Hallazgos tomográficos en enfermedad de la vía aérea pequeña.

Variable	Padecimiento
<b>Hallazgo</b>	<b>Enfermedad de la vía aérea pequeña n= 81</b>
Engrosamiento de la pared bronquial	39 (48.1%)
Bronquiectasias	23 (28.4%)
Nódulos centrilobulillares o en árbol	11 (13.6%)

en gemación	
Taponamiento mucoso	8 (9.9%)

En los pacientes que presentaron como etiología enfermedad vascular pulmonar (42) se evidenció en 40 (95.2%) aumento del diámetro de la arteria pulmonar principal, considerando como diámetro normal hasta 30 mm y en 2 (4.8%) trombos en arterias pulmonares con características de cronicidad. (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Hallazgos tomográficos en enfermedad vascular pulmonar.

Variable	Padecimiento
<b>Hallazgo</b>	<b>Enfermedad vascular pulmonar n= 42</b>
Aumento del diámetro de la arteria pulmonar principal	40 (95.2%)
Trombos en las arterias pulmonares	2 (4.8%)

En relación con la enfermedad parenquimatosa primaria (24) se observó 10 (41.7%) con neumonía intersticial por hipersensibilidad, 3 (30%) son de sexo femenino y 7 (70%) de sexo masculino; 10 (41.7%) con neumonía intersticial usual, 5 (50%) son de sexo femenino y 5 (50%) de sexo masculino; y 4 (16.6%) con neumonía intersticial inespecífica, 1 (25%) es de sexo femenino y 3 (75%) de sexo masculino. (Cuadro 6). (Cada una de las neumonías intersticiales descritas está integrada por múltiples hallazgos tomográficos algunos de ellos inespecíficos, por lo cual no se desglosa uno a uno en este estudio).

**Cuadro 6.** Neumopatías asociadas con enfermedad parenquimatosa pulmonar en tomografía.

Variable	Padecimiento
<b>Neumopatías</b>	<b>Enfermedad parenquimatosa primaria n= 24</b>
Neumonía intersticial por hipersensibilidad	10 (41.7%)
Neumonía intersticial usual	10 (41.7%)
Neumonía intersticial inespecífica	4 (16.6%)

Al evaluar los pacientes con atrapamiento aéreo que se asociaron con hallazgos por tomografía se determinó que fueron 147 pacientes (67.7%), en contraposición con 70 (32.3%) pacientes en los que el atrapamiento aéreo se presentó de forma

aislada. Al analizar los hallazgos tomográficos asociados en los pacientes, se observó en 40 (27.2%) aumento del diámetro de la arteria pulmonar principal, en 39 (26.6%) engrosamiento de la pared bronquial, en 23 (15.6%) bronquiectasias, en 11 (7.5%) nódulos centrilobulillares o en árbol de gemación, en 8 (5.4%) taponamiento mucoso y en 2 (1.4%) trombos en las arterias pulmonares (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Hallazgos tomográficos asociados con atrapamiento aéreo.

Variable	Padecimiento
<b>Hallazgo</b>	<b>Atrapamiento aéreo n= 147</b>
Aumento del diámetro de la arteria pulmonar principal	40 (27.2%)
Engrosamiento de la pared bronquial	39 (26.6%)
Bronquiectasias	23 (15.6%)
Nódulos centrilobulillares o en árbol en gemación	11 (7.5%)
Taponamiento mucoso	8 (5.4%)
Trombos en las arterias pulmonares	2 (1.4%)
Otros inespecíficos y múltiples asociados	24 (16.3%)

## 8. DISCUSION

El objetivo de este estudio fue determinar la frecuencia de los hallazgos en tomografía de alta resolución asociados en pacientes con atrapamiento aéreo, con la finalidad de conocer el comportamiento de este signo en nuestra población y enfatizar la importancia del diagnóstico oportuno.

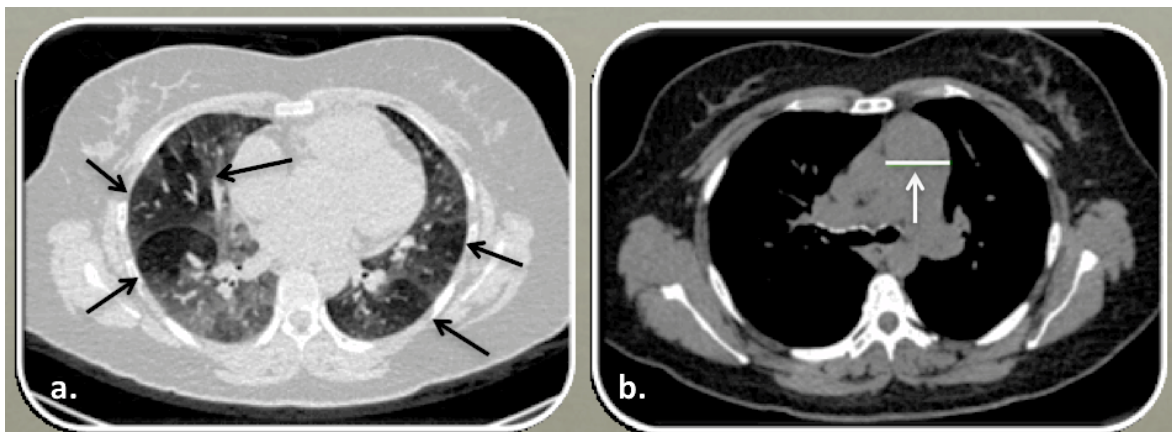
En cuanto a las características sociodemográficas el 56.6% de la población fue de sexo femenino y 43.4% masculino.

De la población estudiada la presencia de atrapamiento aéreo fue más frecuente que el hallazgo de tomografía normal, presentó una frecuencia del 63.2%.

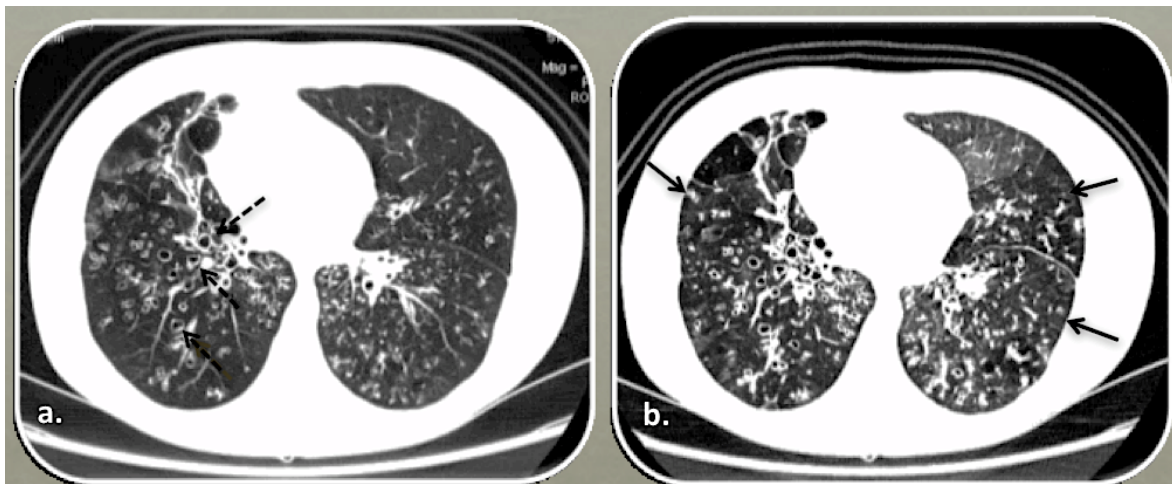
Al evaluar la frecuencia de atrapamiento aéreo por grupos etarios nuestros resultados revelaron que en el grupo de 61 años y más la frecuencia de atrapamiento aéreo fue del 64.5%, mientras que en el grupo de 41-60 años el signo de atrapamiento aéreo fue menos frecuente con 23.9% y en el grupo de 0-40 años la frecuencia disminuyó aún más con un 11.5%, concordando estos hallazgos con lo escrito en la literatura acerca del aumento de atrapamiento aéreo directamente proporcional con el aumento de la edad<sup>7</sup>.

En cuanto a la evaluación de frecuencia de atrapamiento aéreo por etiología, el estudio reveló que los pacientes con enfermedad de la vía aérea pequeña tuvieron la frecuencia más alta con 37.3%, frente a 19.4% para la enfermedad vascular pulmonar y 11.1% para la enfermedad parenquimatosa primaria.

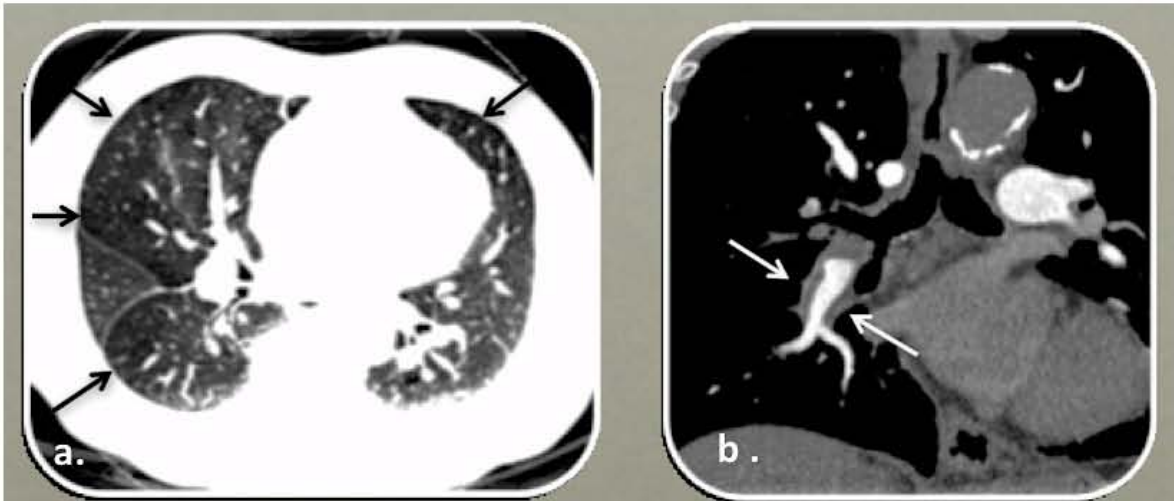
Los hallazgos tomográficos más importantes fueron el aumento del diámetro de la arteria pulmonar principal (FIG 1.) con una frecuencia del 27.2%, seguido por el engrosamiento de la pared bronquial con 26.6%, bronquiectasias (FIG 2.) con 15.6%, nódulos centrilobulillares o en árbol en gemación en 7.5%, taponamiento mucoso en 5.4% y trombos en las arterias pulmonares (FIG 3.) en 1.4%.



**FIG 1.** Mujer de 53 años con antecedente de **hipertensión arterial pulmonar primaria**. TCAR en espiración (a.) cortes axiales. Parénquima pulmonar con patrón de atenuación en mosaico, observando áreas de atrapamiento de aire bilateral (flecha negra). (b.). TC con ventana para mediastino, corte axial, se observa **prominencia del tronco de la arteria pulmonar**, el cual mide 40 mm de diámetro (flecha blanca).



**FIG 2.** Mujer de 22 años con antecedente de **discinesia ciliar**. TCAR en inspiración (a.), y en espiración (b.) cortes axiales. Parénquima pulmonar con patrón de atenuación de mosaico, observando áreas de atrapamiento de aire bilateral (flecha negra continua), de predominio en el lóbulo medio durante la espiración asociada a **bronquiectasias** (flecha negra punteada).



**FIG 3.** Hombre de 83 años con antecedente de **tromboembolismo pulmonar crónico derecho**. TCAR en espiración (a.) cortes axiales. Parénquima pulmonar con patrón de atenuación en mosaico, observando áreas de atrapamiento de aire (flecha negra). (b.) TC con contraste, corte coronal, con **defecto de llenado periférico en la arteria pulmonar e interlobar derechas, en relación con trombos** (flecha blanca).

## 9. CONCLUSIONES

- Nuestro estudio demostró que los hallazgos asociados con atrapamiento aéreo que se ven con mayor frecuencia fueron el aumento del diámetro de la arteria pulmonar principal, el engrosamiento de la pared bronquial y las bronquiectasias con el 69.4% de la población de estudio.
- Al comparar por grupos de edad observamos que en el grupo de 61 años o más la frecuencia de atrapamiento aéreo fue mayor, lo cual evidencia lo que señala la literatura, que conforme avanza la edad, el riesgo es mayor para presentar este signo.
- La enfermedad de la vía aérea pequeña fue la etiología más frecuente de atrapamiento aéreo con el 37.3% de la población evaluada y el hallazgo tomográfico más frecuente fue el engrosamiento bronquial en un 48.1%.
- De los 217 pacientes con atrapamiento aéreo, 70 lo presentaron de manera aislada, correspondiendo a una frecuencia del 32.3%.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Hansell D., Bankier A., MacMahon H. Fleischner Society: Glossary of Terms for Thoracic Imaging . Radiology 2008; 246:697–722.
2. Gaeta M., Minutoli F., Girbino G. Expiratory CT scan in patients with normal inspiratory CT scan: a finding of oblitative bronchiolitis and other causes of bronchiolar obstruction. Multidisciplinary Respiratory Medicine 2013, 8:44.
3. Kligerman S., Henry T., Lin C. Mosaic Attenuation: Etiology, Methods of Differentiation, and Pitfalls. RadioGraphics 2015; 35:1360–1380.
4. Arakawa H., Webb WR. Air trapping on expiratory high-resolution CT scans in the absence of inspiratory scan abnormalities: correlation with pulmonary function tests and differential diagnosis. AJR Am J Roentgenol. 1998;170:1349–1353.
5. Park C., Müller N., Worthy S., Kim J., Awadh N, Fitzgerald M. Airway obstruction in asthmatic and healthy individuals: Inspiratory and expiratory thin-section CT findings. Radiology 1997;203(2):361–367.
6. Kumar V., Abbas A., Fausto N., Mitchell R., Patología humana Robbins. Elsevier saunders. 8° edición. 2013;13:497-498.
7. Lee K., Chung S., Yang I., Lee Y., Ko E., Park M., Correlation of Aging and Smoking with Air Trapping at Thin-Section CT of the Lung in Asymptomatic Subjects. Radiology 2000;214:831-836.
8. Mendelson D., Roggeveen M., Levin S., Herbert R., De la Hoz R. Air Trapping Detected on End-Expiratory High-Resolution Computed Tomography in Symptomatic World Trade Center Rescue and Recovery Workers. J Occup Environ Med. 2007;49:840–845.
9. Busacker A., Newell J., Keefe T., Hoffman E., Cook J., Castro M., Fain S., A Multivariate Analysis of Risk Factors for the Air-Trapping Asthmatic Phenotype as Measured by Quantitative CT Analysis. National Institutes of Health 2009 January;135(1):48–56.
10. Ridge C., Bankier A., Eisenberg R. Mosaic Attenuation. AJR 2011; 197:W970–W977.
11. Burgel P., Bergeron A, de Blic J, et al. Small airways diseases, excluding asthma and COPD: an overview. Eur Respir Rev 2013;22(128):131–147.
12. Grosse C., Grosse A. CT findings in diseases associated with pulmonary hypertension: a current review. RadioGraphics 2010;30(7):1753–1777.



13. Montani D., Lau E., Dorfmüller P., Girerd B., Jaïs X., Savale L. Pulmonary veno-occlusive disease. *Eur Respir J* 2016;47:1334–1335.
14. Worthy S., Müller N., Hartman T., Swensen S., Padley S., Hansell D. Mosaic attenuation pattern on thin-section CT scans of the lung: differentiation among infiltrative lung, airway, and vascular diseases as a cause. *Radiology* 1997;205(2):465–470.
15. Miller W., Chatzkel J., Hewitt M., Expiratory Air Trapping on Thoracic Computed Tomography A Diagnostic Subclassification. *Annals of the American Thoracic Society* 2014;11: 874–881.
16. Stern E., Swensen S., Hartman T., Frank M. CT mosaic pattern of lung attenuation: distinguishing different causes. *AJR Am J Roentgenol* 1995;165(4):813–816.
17. Frazier E., Franks T., Mohammed T., Ozbudak T., Galvin F. Pulmonary Venocclusive Disease and Pulmonary Capillary Hemangiomatosis. *RadioGraphics* 2007; 27:867–882.
18. Kothari S., Jagia P., Gupta A., Singh N., Ray R. Pulmonary Capillary Hemangiomatosis. *AHA journals Circulation*. 2009;120:352-354.