

CRITERIOS IMAGENOLÓGICOS EN EL DIAGNÓSTICO DE ATELECTASIA

Data de submissão: 25/07/2023

Data de aceite: 01/09/2023

Hugo Patricio Peña Ochoa

Universidad Técnica de Machala.
Médico General.
Ecuador.

<https://orcid.org/0000-0002-5438-6039>

Luis Alonso Arciniega Jácome

Universidad Central del Ecuador.
Doctor en ciencias médicas, PhD.
Especialista en radiodiagnóstico e imagen.
Doctor en medicina y cirugía.
Ecuador.

<https://orcid.org/0000-0003-3617-5761>

Sayda Valeria Ruilova Núñez

Universidad Técnica de Machala
Médico General
Ecuador.

<https://orcid.org/0009-0002-6986-5339>

Darwin Daniel Campos González

Universidad Técnica de Machala.
Médico General.
Ecuador.

<https://orcid.org/0000-0002-4539-992X>

María Belén Alvarado Mora

Universidad Técnica de Machala.
Médico General.
Ecuador.

<https://orcid.org/0000-0001-6426-9058>

Luis Edison Romero Gutierrez

Universidad Estatal de Guayaquil.
Médico General.
Ecuador.

<https://orcid.org/0009-0008-7656-5952>

Lisette Katherine Masache Gálvez

Universidad Técnica de Machala.
Médico General.
Ecuador.

<https://orcid.org/0009-0009-6751-0295>

Xiomara Jacqueline Fernández Lima

Universidad Técnica de Machala.
Médico General.
Ecuador.

<https://orcid.org/0009-0007-2050-5515>

Andrés Dennys Castillo Pedreros

Universidad Técnica de Machala.
Médico General
Ecuador.

<https://orcid.org/0009-0003-8964-5576>

Carlos Aron Aguirre Cuasquer

Universidad Técnica de Machala
Médico General.
Ecuador.

<https://orcid.org/0009-0001-2481-7846>

Karen Selena Sánchez Valladolid

Universidad Técnica de Machala.
Médico General.
Ecuador.
<https://orcid.org/0000-0002-0969-9757>

Dennys Fernando Méndez Rivera

Universidad Técnica de Machala.
Médico General.
Ecuador.
<https://orcid.org/0009-0000-0536-125X>

RESUMEN: Introducción: La atelectasia, definida como el colapso del volumen pulmonar el cual se encuentra afectado en su totalidad o solo una parte del mismo, su clasificación es dada por la etiología provocando una atelectasia obstructiva y no obstructiva. El diagnóstico de la atelectasia comprende la observación y el examen físico, la cual tiene que ser corroborada a través de exámenes imagenológicos. Actualmente, el uso de las diferentes modalidades de aprendizaje refleja como resultado una computadora con los datos necesarios para el reconocimiento precoz de atelectasia. **Objetivo:** Identificar los criterios imagenológicos presentes en las atelectasias a través de una revisión bibliografía en el estado del arte. **Metodología:** Revisión bibliográfica narrativa; análisis e interpretación de artículos de diversas revistas médicas de alto impacto en salud. **Conclusión:** Los signos de atelectasia presentes en la radiografía simple de tórax son signos directos e indirectos; se reiteró el aumento de la densidad pulmonar y la desviación de las cisuras interlobares con características similares en los lóbulos inferiores pero diferentes en lóbulos superiores, estas 2 son consideradas como signos directos. Existen signos secundarios a la pérdida del volumen del pulmón como compensación (signos indirectos) entre los cuales se observó el desplazamiento de estructuras como la tráquea hacia el lado afecto cuando existe una atelectasia del lóbulo superior, la aproximación de las costillas o elevación del hemidiafragma en casos de atelectasia en lóbulos inferiores. Otro signo es el desplazamiento del hilio hacia la parte superior o la hiperinsuflación de algún segmento o lóbulo sano que compensa el compromiso que tiene el área pulmonar afecta. La inteligencia artificial, permite mejorar la calidad de imagen, suprimir estructuras y enfocar un área específica por medio de la segmentación automática.

PALABRAS CLAVE: Atelectasia pulmonar, clasificación de atelectasia pulmonar, tomografía contrastada con radionúcleo, tomografía computarizada, aprendizaje profundo.

IMAGING CRITERIA IN THE DIAGNOSIS OF ATELECTASIS

ABSTRACT: Introduction: Atelectasis, defined as the collapse of the lung volume which is affected in its entirety or only a part of it, its classification is given by the etiology causing obstructive and non-obstructive atelectasis. The diagnosis of atelectasis involves observation and physical examination, which has to be corroborated by imaging tests. Currently, the use of different learning modalities results in a computer with the necessary data for the early

recognition of atelectasis. **Objective:** To identify the imaging criteria present in atelectasis through a state-of-the-art literature review. **Methodology:** Narrative literature review; analysis and interpretation of articles from various high impact medical journals in health. **Conclusion:** Signs of atelectasis present on plain chest radiography are direct and indirect signs; increased lung density and deviation of the interlobar fissures with similar characteristics in the lower lobes but different in the upper lobes were reiterated, these 2 are considered direct signs. There are signs secondary to the loss of lung volume as compensation (indirect signs) among which the displacement of structures such as the trachea towards the affected side was observed when there is upper lobe atelectasis, approximation of the ribs or elevation of the hemidiaphragm in cases of lower lobe atelectasis. Another sign is the displacement of the hilum towards the upper part or hyperinflation of a healthy segment or lobe that compensates for the compromise of the affected lung area. Artificial intelligence makes it possible to improve image quality, suppress structures and focus on a specific area by means of automatic segmentation.

KEYWORDS: Pulmonary atelectasis, pulmonary atelectasis classification, radionuclide contrast-enhanced tomography, computed tomography, deep learning.

INTRODUCCIÓN

Una de las entidades de afección alveolar es la atelectasia, la cual dimana del griego “ateles” que significa incompleto y “ektasis” expansión o estiramiento, definida como la disminución del volumen que afecta al pulmón en su totalidad o solo una parte del mismo, es decir, un colapso ya sea de un área en específica, total o parcial del pulmón(Domino, 2019).

En el ámbito epidemiológico, no existe un registro de incidencia o de prevalencia de atelectasia a nivel mundial, sin embargo, se cuenta con registros de enfermedades que cursan con atelectasia, relacionadas con su etiología, la cual las clasifica en obstructiva y no obstructiva(Pritchett et al., 2021).

La atelectasia intra o postoperatoria, generalmente provoca que la mucosidad se acumule y obstruya la luz bronquial, representando entre 1 al 20 % de pacientes en cirugías prolongadas(Thorpe et al., 2020). En un estudio que se realizó en el Ecuador, existen datos de entidades nosológicas que originan atelectasia, encontrándose atelectasia en neonatos con menos de 1500 gr de causa adhesiva, la cual es una de las atelectasias no obstructivas, con una incidencia 60%, mientras que, en la población adulta existe predomina la atelectasia obstructiva(Malloy & MCGovern, 2018).

Dentro de la bibliografía existen diversas clasificaciones de atelectasia, entre la más común se encuentra la atelectasia por obstrucción, por compresión y la atelectasia por cicatrización o contracción (restrictiva)(Santos. A, 2019); la obstructiva es la más común, dada como resultado de una obstrucción en la vía respiratoria entre la tráquea y los alveolos, puede estar dada por un taponamiento de moco, un tumor que comprime u obstruye la luz de la vía respiratoria o por cuerpo extraño, es considerada como una de las complicaciones

respiratorias postoperatorias más frecuentes(Bradley et al., 2021).

La atelectasia por compresión es causada por la pérdida en el contacto de las pleuras, como se da en el caso de una atelectasia pasiva, resultando en pérdida de contacto de las pleuras cuando existe un derrame pleural o un neumotórax(Sum et al., 2019). La fibrosis pulmonar provoca atelectasia por contracción, otra afección es provocada por la pérdida o inactivación de surfactante que es común en la población pediátrica por la prematuridad, la no maduración pulmonar o la incapacidad de secretar surfactante pulmonar de parte de los neumocitos tipo II(McPherson & Wambach, 2018).

La clínica depende de la progresión de la obstrucción bronquial, si es lento suele presenciarse con síntomas menores, como en el síndrome del lóbulo medio que suele ser asintomático, sin embargo, cuando la afectación incluye al lóbulo medio derecho e inferior suele presentar una tos no productiva, seca pero severa(Valdés Bécares et al., 2018). Si la progresión de la obstrucción se establece rápidamente se produce un colapso del pulmón inmediato, originando disnea que se acompaña de cianosis, además de un dolor en el lado afectado de intensidad moderada(Sun et al., 2021).

El diagnóstico de la atelectasia comprende la formulación de una hipótesis a través de la observación y el examen físico, la cual tiene que ser corroborada a través de exámenes complementarios fundamentalmente imagenológicos(Yin et al., 2021).

El D - learning o Digital learning representa cualquier tipo de aprendizaje facilitado por el uso de la tecnología, comprende al electronic learning (E learning) y mobile learning (M learning), al primero por ser el aprendizaje que se apoya de herramientas digitales por medios electrónicos, el segundo es un subconjunto del E learning y se define por el uso de la tecnología como dispositivos móviles para facilitar y/o mejorar el aprendizaje(Kumar Basak et al., 2018).

Estos métodos de aprendizaje se han llevado a cabo gracias a la inteligencia artificial (IA) y al mejoramiento de los mismos dispositivos los cuales tienen capacidad de aprender y mejorar sus análisis mediante el uso de algoritmos computacionales (Machine Learning) (Helm et al., 2020), por medio de su subconjunto denominado Deep Learning o aprendizaje profundo, el cual se ve reflejado en la introducción de diversas capas de procesamiento o algoritmos a un medio electrónico o computador(Bharati et al., 2020).

Actualmente, en el mundo incrementa el uso de las diferentes modalidades de aprendizaje y varios estudios reflejan como resultado una computadora con los datos necesarios para el reconocimiento precoz y con mayor precisión para estratificar, planear diagnósticos diferenciales imperceptibles para el personal médico en un primer análisis(Chassagnon et al., 2020); o sugerir un pronóstico de diversas patologías que afecten al tracto respiratorio y ocasionen un colapso del pulmón a nivel lobar o de algún segmento(Erickson et al., 2017).

Bajo este marco contextual, el presente trabajo tiene como objetivo identificar los criterios imagenológicos presentes en las atelectasias a través de la revisión bibliográfica

en los últimos 5 años en la base de datos de Pubmed y otras revistas médicas de alto impacto, que permita al personal médico lograr el reconocimiento de esta afección de una manera eficaz a través de esta actualización.

DESARROLLO

El uso de exámenes complementarios ligados a la imagenología tiene como base fundamental el conocimiento de anatomía radiológica, la cual aporta datos para la correcta descripción de lesiones(Wilson et al., 2018).

Anatomía radiológica

Existen densidades radiológicas diferentes que representan al agua, densidad metálica, calcio, grasa y gas, las cuales se encuentran distribuidas en el cuerpo(Warren et al., 2018).

Árbol traqueobronquial

La tráquea está representada por una extensión desde la laringe hasta los bronquios principales, su forma es un tubo cilíndrico; su porción cervical se encuentra en la línea media, sin embargo, la porción de la tráquea en la región intratorácica se desvía levemente hacia el lado derecho y a medida que desciende se dirige hacia atrás(Unger & Bogaert, 2017). El arco aórtico comprime la pared izquierda en su porción lateral, en adultos mayores es un signo radiológico que se encuentra marcado por progresión de la elongación aortica y es importante su diferenciación diagnostica porque también suele causar disnea(Regmi et al., 2021).

La ramificación del sistema bronquial es disimétrica, el bronquio principal izquierdo es más largo y menos vertical que el derecho, en el lado izquierdo se encuentran 2 bronquios lobares, mientras que, en el lado derecho hay tres; en lo correspondiente a los bronquios segmentarios se encuentran ocho bronquios en el lado izquierdo y diez en el lado derecho(Petite Felipe et al., 2021).

Anatomía pulmonar lobar y segmentaria

La cisura mayor divide al pulmón izquierdo en 2 lóbulos, superior e inferior, el lóbulo superior tiene una subdivisión en 5 segmentos (segmento lingular superior e inferior, anterior, apicoposterior I y apicoposterior II), el bronquio se divide en 2 ramas, 1 superior y otra lingular(Gordienko et al., 2019). El lóbulo inferior está dividido en 4 segmentos (superior y basal anterior, basal posterior y basal lateral), diferenciar su segmentación posibilita al personal médico identificar el área afecta del pulmón(Mittal et al., 2017).

El pulmón derecho esta fragmentado por la cisura mayor y menor, observándose 3 lóbulos, en el lóbulo inferior se encuentran 4 segmentos comprendidos por 3 basales (basal posterior, lateral, y anterior) y 1 segmento superior(Marini, 2019). El lóbulo medio

está comprendido por 2 segmentos (segmento lateral y medial), por último, los segmentos apical, posterior y anterior constituyen el lóbulo superior, frecuentemente afectados post Covid – 19, demostrado en un estudio espirométrico y radiológico en 65 pacientes(Bardakci et al., 2021).

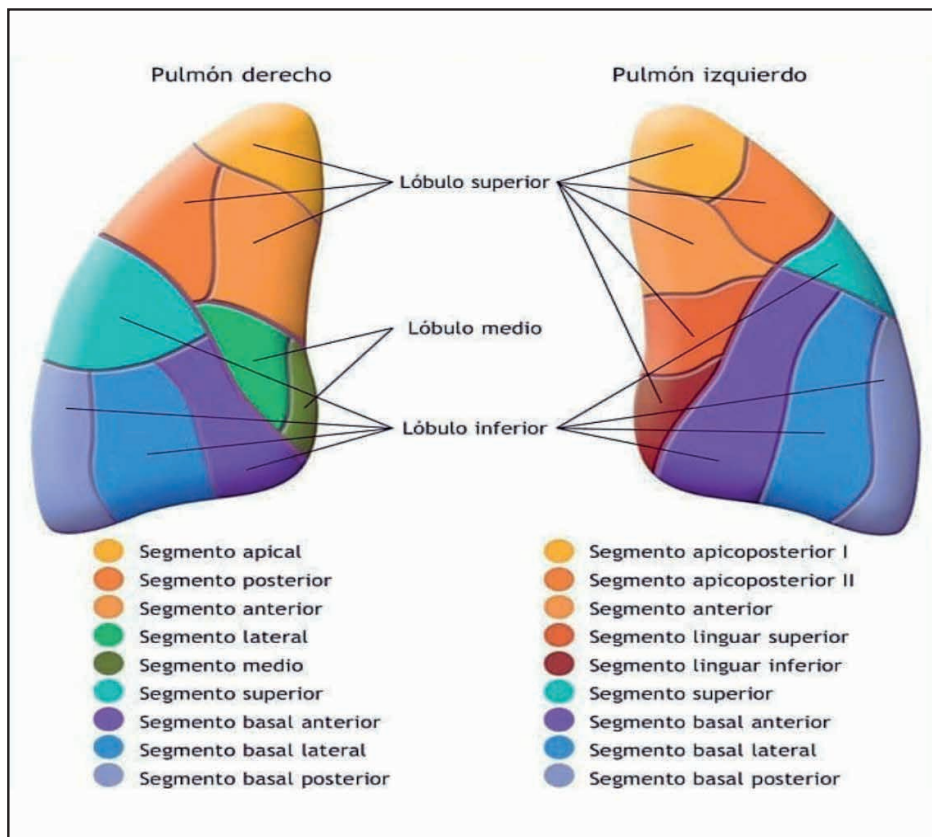


Figura 1. Anatomía pulmonar segmentaria.

Tomado de: Schuenke, Michael; Schulte, Erik; Schumacher U. Thieme Atlas of Anatomy - Internal organs [Homepage on the Internet]. 3rd ed. India: Thieme Publishers Delhi, 2020; Available from: <https://www.thieme.com/books-main/anatomy/product/5566-internal-organs-thieme-atlas-of-anatomy>

Anatomía pulmonar subsegmentaria

Identificable en tomografía computarizada (TC), conformada por acinos y el lobulillo pulmonar secundario, dentro de ellos está el bronquiolo y la arteriola, estos lobulillos están distanciados por los septos que como contenido presentan a vasos linfáticos y venas(Ruaro et al., 2021).

Atelectasia

Afección del tejido pulmonar en cualquier porción caracterizado por el colapso del tejido o por expansión incompleta, la cual es causada por la resistencia a la entrada de aire

hacia los alveolos(Grott et al., 2022).

Tipos de atelectasia

Diversas entidades pueden causar atelectasia sean pulmonares o extrapulmonares, además de factores predisponentes como ocurre en pacientes con obesidad mórbida sometidos a cirugía abdominal en donde un 7.6 % presentó atelectasia en un estudio realizado en el 2020, existen diversas formas de clasificar el tipo de atelectasia según su causa(Chandler et al., 2020).

ATELECTASIA POR OBSTRUCCIÓN O REABSORCIÓN	
EXTRÍNSECA	INTRÍNSECA
MALFORMACIONES CONGÉNITAS TUMORES MEDIASTÍNICOS ADENOPATÍAS MALFORMACIONES VASCULARES - ANEURISMAS	TUBERCULOSIS NEUMONÍA TAPONES MUCOSOS - FIBROSIS QUÍSTICA - ABSCESO DE PULMÓN - ASMA - BRONQUIECTASIAS. - POSTOPERATORIO EN CIRUGÍA PROLONGADA
ATELECTASIA POR CONTRACCIÓN	
DISPLASIA BRONCOPULMONAR TUBERCULOSIS	ALTERACIONES NEUROMUSCULARES FIBROSIS PULMONAR
ATELECTASIA POR COMPRESION	
MALFORMACIONES CONGÉNITAS ADENOPATÍAS NEUMOTÓRAX	DERRAME PLEURAL TUMORES INTRATORÁCCICOS NEUMATOCELE A TENSIÓN.
ATELECTASIA ADHESIVA	
DEFICIT O INACTIVACION DEL SURFACTANTE PULMONAR.	

Tabla 1. Tipos de atelectasia por su causa.

Tomado de: Lou Q, Zhang S-X, Yuan L. Clinical analysis of adenovirus pneumonia with pulmonary consolidation and atelectasis in children. J Int Med Res [homepage on the Internet] 2021;49(2):300060521990244.

Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33530809>

Diagnóstico

Radiografía simple de torax

Se utiliza un equipo de rayos X, el cual, mediante el uso de radiaciones por medio de ondas de energía, dan como resultado imágenes del cuerpo en su parte interna por la absorción de radiación en distintas cantidades, mostrando una radiografía con colores en tono blanco, negro y gris(Foley et al., 2021).

En las entidades nosológicas torácicas, los estudios iniciales por imágenes son

simples, utilizándose las radiografías laterales y posteroanterior (PA) en su mayoría, sin embargo, existen variaciones que pueden ofrecer ayuda dependiendo de la parte afecta en el tórax(Gu et al., 2021).

Radiografías oblicuas: Es usada cuando en la modalidad postero anterior se han visualizado opacidades focales, su ventaja radica en eludir la sobreposición de las estructuras anatómicas observadas en la radiografía postero anterior y para descartar imágenes semejantes a un nódulo pulmonar que puede ser percibido en una imagen lateral(Kundu et al., 2021).

Radiografías en exhalación: Generalmente se detecta atrapamiento aéreo y neumotórax que abarca una mínima parte del pulmón, aunque la radiografía de tórax en inspiración es la técnica de elección para radiografía de tórax, puesto que en exhalación no existen mejores beneficios(Cases Susarte et al., 2017).

Radiografía portátil o en decúbito dorsal: Útil cuando se contraindica la movilización del paciente en trauma cerrado, se la realiza en una toma PA, aunque en diversos estudios se demuestra que la ecografía de urgencia (FAST o Focused Assesment with Sonography in Trauma) tiene una sensibilidad de 67 % en paralelo con la radiografía de tórax 54 %(Stengel et al., 2020).

Radiografía con rayo horizontal en decúbito lateral (PANCOAST): Permite la identificación de líquido en cavidad pleural en cantidades de 50 ml y/o superiores, sin embargo, estudios corroboran que en la ecografía el derrame pleural es detectable a partir de 20ml(Ibitoye et al., 2018).

Las diversas modalidades para toma de radiografía deben cumplir criterios para una correcta toma, entre los que se destacan:

La ubicación de los omoplatos las cuales deben proyectarse por fuera de los campos pulmonares, el paciente debe estar ubicado de frente, en donde las clavículas en su porción de los extremos internos se encuentren a la misma distancia de las apófisis espinosas(Baratella et al., 2021).

Previa a la toma, el examen debe realizarse en una inspiración máxima y mantenida la cual permita la visualización por encima de las cúpulas diafragmáticas del sexto arco costal en su porción anterior(Shekhda, 2020). Visualizar columna dorsal posterior al mediastino y los vasos retrocardiacos bajo un alto kilovoltaje el cual permite una penetración correcta de la radiografía(Pogue & Wilson, 2018).

En la toma postero anterior (PA) debe permitir la visualización de los senos costofrénicos laterales y los vértices pulmonares, mientras que en la lateral se debe observar el esternón y los senos costofrénicos en su porción posterior(Bansal & Beese, 2019).

La radiología se ha empleado de forma digital por medio de técnicas en tomografía computarizada, resonancia magnética, ecografía y gammagrafía las cuales han posibilitado una mayor capacidad de transmisión hacia un monitor, en donde la imagen requerida puede

proporcionar una mayor resolución de contraste(Ugalde et al., 2021).

Patrones radiológicos en atelectasia

Existe variedad según la afectación del lóbulo en el pulmón, las atelectasias que toman el lóbulo inferior del pulmón generalmente son similares, mientras que, son diferentes las afectaciones atelectasicas que se producen en el lóbulo superior(Lin et al., 2021).

Lóbulo inferior izquierdo (LII) y lóbulo inferior derecho (LID): En las modalidades habituales se observa: en la lateral, una densidad en forma de triangulo señalando el hilio con el vértice. Además, en la posteroanterior se observa opacificación a nivel paravertebral la cual borra el diafragma, la cisura mayor esta levemente desplazada posteriormente y hace la parte inferior(Maki et al., 2020).

Lóbulo medio: La atelectasia a este nivel provoca que la cisura mayor se desplace hacia la parte de arriba, mientras que, la cisura menor se encuentra desviada inferiormente(Protić et al., 2020).

Lóbulo superior izquierdo (LSI): El diagnóstico es complicado en la toma posteroanterior, existe un borramiento del borde del corazón por un aumento de densidad. La diferencia radica por la ausencia de la cisura menor, existe un desplazamiento anterior de la cisura mayor y el colapso del lóbulo hacia delante(Assallum et al., 2019).

Lóbulo superior derecho (LSD): En la radiografía lateral, la mitad de la cisura mayor esta desplazada hacia delante y la cisura menor esta elevada. En la PA, existe una opacificación a nivel del paramediastino, ocasionada por el desplazamiento interno y hacia la parte superior del lóbulo atelectasico generando el signo denominado "S de Golden"(Lou et al., 2021).

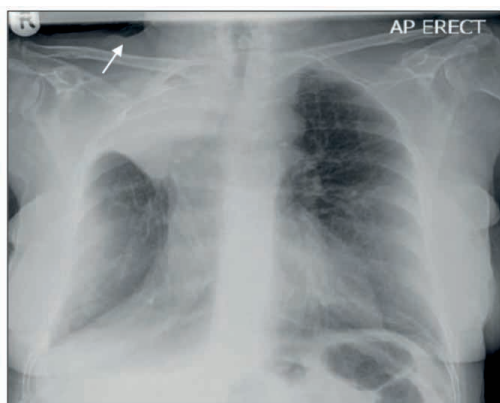


Figura 2. Lóbulo superior derecho colapsado. Aumento de densidad a nivel del vértice pulmonar derecho, desplazamiento de la cisura mayor (Flecha: signo de "S de Golden"), desplazamiento de la tráquea hacia el lado afecto.

Tomado de: Bansal T, Beese R. Interpreting a chest X-ray. Br J Hosp Med [homepage on the Internet] 2019;80(5):C75–C79.

Available from: <http://www.magonlinelibrary.com/doi/10.12968/hmed.2019.80.5.C75>

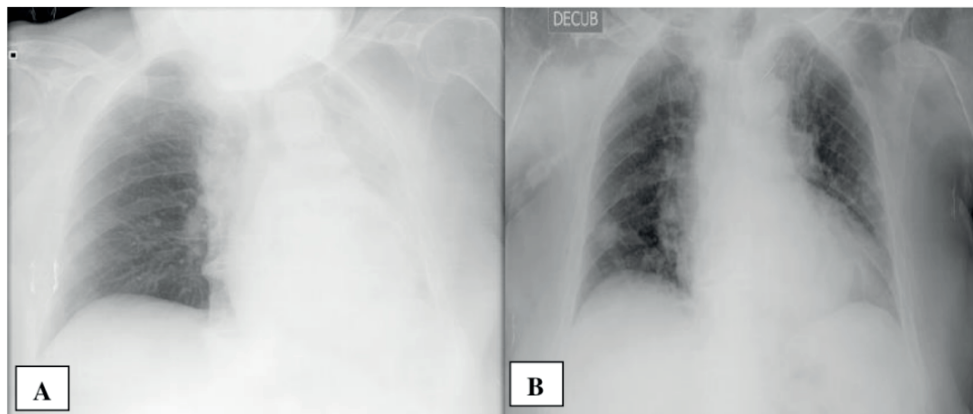


Figura 3. *Adulta mayor con presencia de aumento de densidad en hemitórax izquierdo y desviación del mediastino hacia el lado afecto (A). Imagen (B), adulta mayor 48 horas postratamiento con mucolíticos y broncodilatadores.*

Tomado de: Valdés Bécares J, Martínez García P, Maderuelo Riesco I. Atelectasia por tapón de moco resuelta de manera conservadora. *Atención Primaria* [homepage on the Internet] 2018;50(9):562–563.

Available from: <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2018.03.006>



Figura 4. *Lóbulo izquierdo inferior colapsado. Se aprecia débilmente a través de la silueta cardiaca un triángulo con el vértice hacia el hilio (Flecha).*

Tomado de: Bansal T, Beese R. Interpreting a chest X-ray. *Br J Hosp Med* [homepage on the Internet] 2019;80(5):C75–C79.

Available from: <http://www.magonlineibrary.com/doi/10.12968/hmed.2019.80.5.C75>

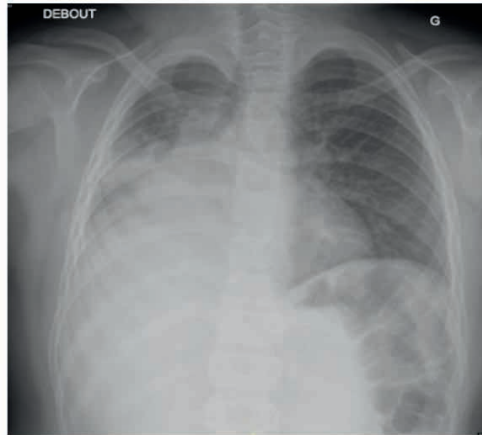


Figura 5. Radiografía de tórax de escolar de 8 años postaccidente de tránsito, se observa aumento de densidad a nivel de lóbulo inferior y medio de pulmón derecho (atelectasia), desviación traqueal, desplazamiento de cisuras hacia la parte superior por presunta contusión pulmonar.

Tomado de: Berland M, Oger M, Cauchois E, Retornaz K, Arnoux V, Dubus J. Pulmonary contusion after bumper car collision: Case report and review of the literature. *Respir Med Case Reports* [homepage on the Internet] 2018;25(October):293–295.

Available from: <https://doi.org/10.1016/j.rmcr.2018.10.006>

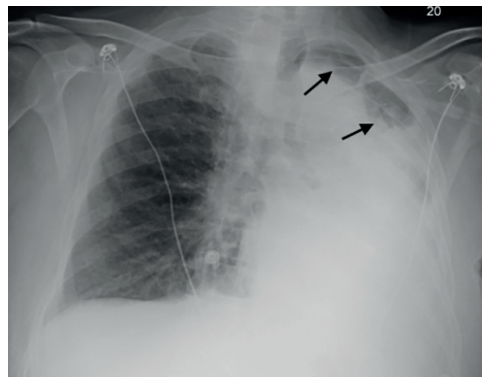


Figura 6. Radiografía de tórax postbroncoscopia (4 sesiones), se observa aumento de la densidad pulmonar en hemitórax izquierdo, hiperinsuflación del segmento apicoposterior como compensación.

Tomado de: Assallum H, Song TY, DeLorenzo L, Harris K. Bronchoscopic instillation of DNase to manage refractory lobar atelectasis in a lung cancer patient. *Ann Transl Med* [homepage on the Internet] 2019;7(15):363.

Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31516909>

En un estudio de 58 pacientes que mostraba atelectasia perihiliar en una radiografía de tórax, se demostró que 21 de ellos tenían como causa principal a un tumor obstructivo (Ozturk et al., 2018). Además, la atelectasia lineal perihiliar gruesa mejor observada en una tomografía computarizada (TC), sugiere un diagnóstico de cáncer primario de pulmón (Chung et al., 2018).

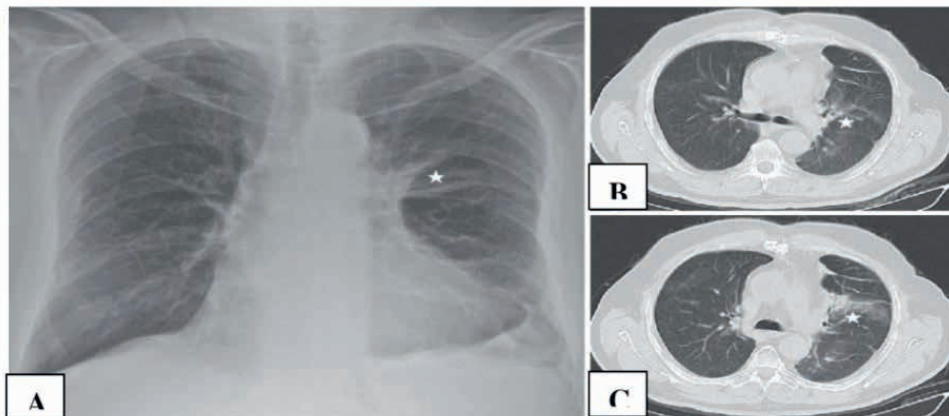


Figura 7. Radiografía de tórax con colapso perihiliar izquierdo que desplaza al hilio levemente hacia la parte superior (A). Tomografía computarizada de torax (B y C) corrobora atelectasia lineal (asterisco) debido a carcinoma broncogenico de carácter obstructivo.

Tomado de: Ozturk K, Soyly E, Topal U. Linear Atelectasis around the Hilum on Chest Radiography: A Novel Sign of Early Lung Cancer. J Clin Imaging Sci [homepage on the Internet] 2018;8(1):27.

Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30123672>

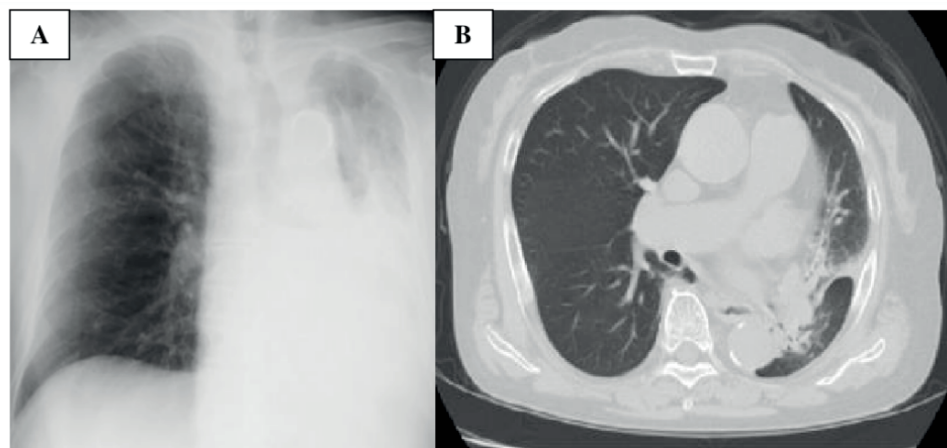


Figura 8. A la izquierda (A) hemitórax izquierdo con aumento de la densidad pulmonar y desviación traqueal hacia hemitórax afecto. Tomografía computarizada (B) colapso de pulmón izquierdo por impactación de moco en bronquio principal izquierdo.

Tomado de: Takimoto T, Kagawa T, Tachibana K, Arai T, Inoue Y. Massive atelectasis by mucoid impaction in an asthma patient during treatment with anti-interleukin-5 receptor antibody. Respirol case reports [homepage on the Internet] 2020;8(6):e00599.

Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32566229>

Dentro de la inteligencia artificial, la red neuronal artificial de entrenamiento masivo (MTANN)(Takimoto et al., 2020), y la red neuronal convolucional (CNN) permiten recopilar datos los cuales mejoran la imagen en una radiografía torácica al dar opciones como separar los componentes óseos para una mejor visualización de los campos pulmonares(Suzuki,

2017).

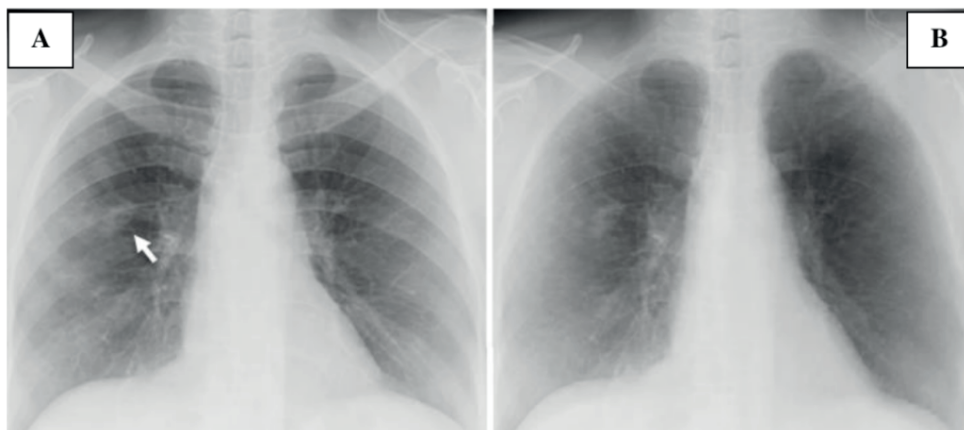


Figura 9. Separación de tejido blando y tejido óseo mediante el uso de inteligencia artificial. (A) Se observa nódulo a nivel de hilio pulmonar derecho (flecha). (B) Luego del procesamiento y uso de redes neuronales se disminuye el tejido óseo para mejor visualización del nódulo.

Tomado de: Suzuki K. Overview of deep learning in medical imaging. Radiol Phys Technol [homepage on the Internet] 2017;10(3):257–273.

Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28689314/>

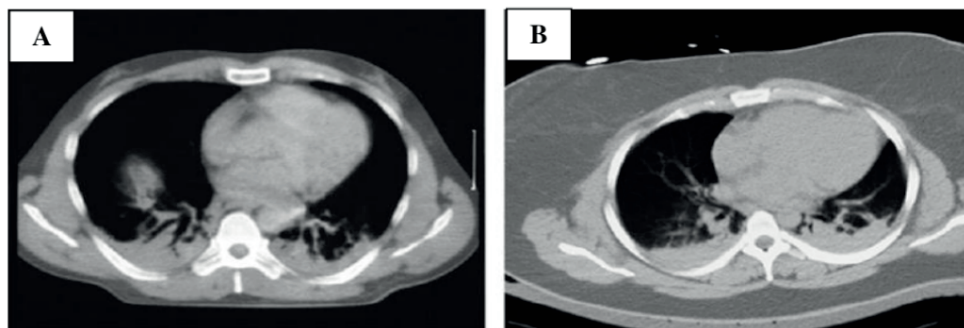


Figura 10. (A) Imagen hiperdensa en área pulmonar que representa atelectasia, existe un área hiperdensa cerca del centro del pulmón derecho el cual representa la cúpula diafragmática en su área superior (elevación diafragmática). (B) Paciente con IMC 43 kg/m², con imagen hiperdensa dentro de los campos pulmonares que representan colapso pulmonar(Hedenstierna et al., 2020).

Tomado de: Hedenstierna G, Tokics L, Reinius H, Rothen HU, Östberg E, Öhrvik J. Higher age and obesity limit atelectasis formation during anaesthesia: an analysis of computed tomography data in 243 subjects. Br J Anaesth [homepage on the Internet] 2020;124(3):336–344.

Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0007091219309304>

Tomografía por emisión de positrones y tomografía computarizada (pet/ct)

Uno de los métodos diagnósticos más modernos, forma parte de la medicina nuclear, usado de manera simultánea da una gran ventaja para la detección, estratificación de neoplasias(Hedenstierna et al., 2020); y la evaluación de respuesta en pacientes con algún tipo de cáncer pulmonar o a nivel de otros órganos(Fonti et al., 2019). En un estudio

realizado en Bogotá se evidencio pacientes oncológicos con Covid 19 asintomáticos con el uso de la PET/CT(Martí et al., 2020).

El ^{18}F – fluorodesoxiglucosa (^{18}F – FDG) es un radiofármaco, catalogado como análogo de la glucosa el cual es utilizado por ese estudio imagenológico por su capacidad para ligarse a células tumorales(Brodin et al., 2020). Los estudios de ^{18}F – fluorodesoxiglucosa (^{18}F – FDG) en los últimos cinco años se ha intensificado llegando a obtener resultados de dosis para su uso que permiten el control local del tumor(Bai et al., 2021). En un ensayo clínico prospectivo se concluye que el ^{18}F – FLT (^{18}F -fluorotimidina) es menos específico que el ^{18}F - FDG para el diagnóstico de pacientes con atelectasia por un cáncer pulmonar sometidos a radioterapia(Christensen et al., 2021).

El cáncer (CA) de pulmón se lo ha dividido en 2: CA de células pequeñas y CA de células no pequeñas con incidencia de 15% y 85% respectivamente en Europa y Estados Unidos(Bade & Dela Cruz, 2020). En un estudio de 67 pacientes que se cursaban su quinta semana de radioterapia fueron sometidos a un scanner con PET/CT en la cual se logró constatar su precisión y fiabilidad para delimitar tumores y excluir anomalías que no son de carácter tumoral como atelectasias(Ganem et al., 2018).

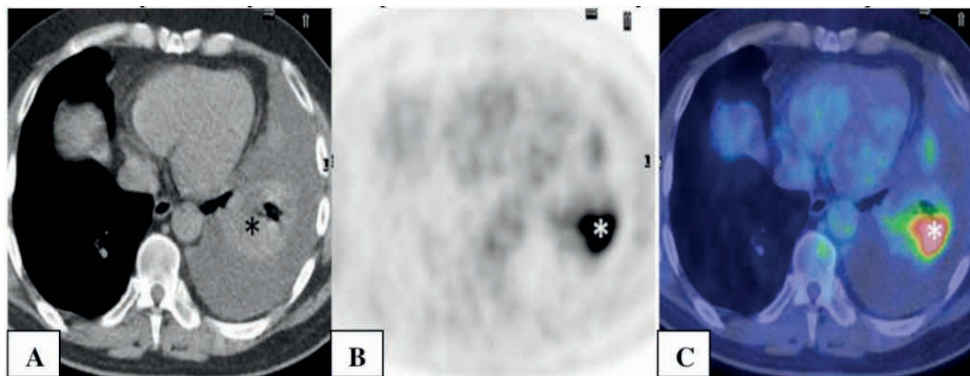


Figura 11. Masculino de 64 años, exposición al amianto (A) ventana mediastínica de TC, se observa en hemitórax izquierdo un colapso del lóbulo inferior (asterisco) que se acompaña de derrame pleural. (B) PET axial señala intensa actividad metabólica focal (asterisco) en lóbulo inferior de pulmón izquierdo. (C) PET/CT axial fusionada se observa captación de ^{18}F – FDG debido a presencia (asterisco) de un nódulo pulmonar dentro de atelectasia del lóbulo inferior izquierdo, sugestivo de malignidad.

Tomado de: Gorospe L, Jover-Díaz R, Muñoz-Molina GM, Cabañero-Sánchez A, Gambí-Pisonero E, Barbolla-Díaz I. Round atelectasis: PET/CT findings. Intern Emerg Med [homepage on the Internet] 2018;13(7):1127–1128.

Available from: <https://doi.org/10.1007/s11739-018-1867-1>

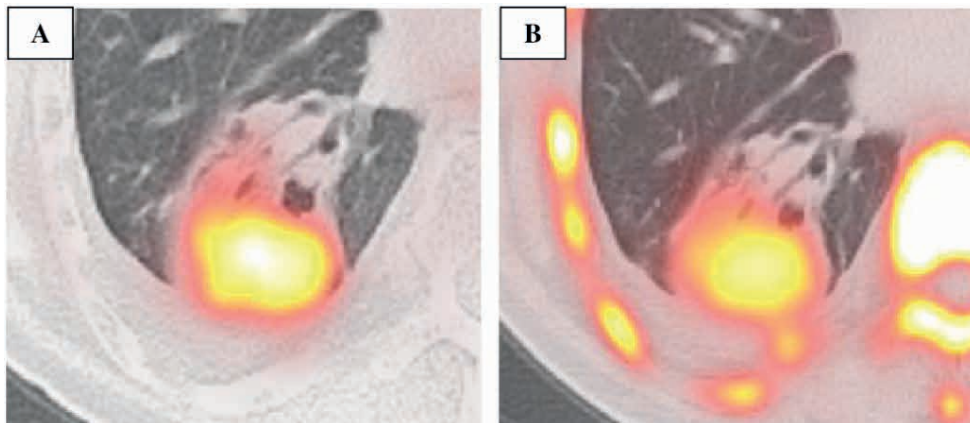


Figura 12. (A) El uso de ^{18}F – FDG muestra captación (actividad hipermetabólica) por la masa en pulmón derecho, no capta áreas atelectásicas al contorno del presunto nódulo. **(B)** Imagen en donde se usa ^{18}F – FLT muestra una mayor captación por la masa, pero además presenta actividad hipermetabólica en lesiones benignas.

Tomado de: Norikane T, Yamamoto Y, Mitamura K, Tani R, Nishiyama Y. False-Positive ^{18}F -FDG and ^{18}F -Fluorothymidine Uptake in a Patient With Round Atelectasis. Clin Nucl Med [homepage on the Internet] 2020;45(3):e158–e159.

Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31833928>

Las unidades Hounsfield utilizadas en la tomografía computarizada tienen gran relevancia ante la detección de atelectasias, un pulmón normal oscila entre ($- 850 \pm 65$ UH)(Mascalchi et al., 2017). Diversos estudios constatan una atelectasia pulmonar tiene mayores unidades Hounsfield (-380 ± 185 UH) que un pulmón normal, pero también tienen un rango menor en tejido maligno (35 ± 20 UH)(Tamura et al., 2021).

El uso de ^{18}F – FDG la captación tiene notables diferencias(Gorospe et al., 2018), de acuerdo a un estudio en de 21 pacientes (13 hombres y 8 mujeres) que presentaban atelectasia en TC la intensidad de captación de ^{18}F – FDG fue menor en pacientes con neoplasias malignas, pero se mantenía mayor que en un pulmón normal(Norikane et al., 2020).

CONCLUSIONES

Existen diversas causas que provocan atelectasia sea obstructiva o no obstructiva, es importante asociar los factores de riesgo que presenta el paciente para una sospecha diagnóstica de la enfermedad de base.

El examen físico es un papel importante para el diagnóstico de patología pulmonar, sin embargo, suelen existir afectaciones mínimas que pasan desapercibidas por el personal de salud. Los exámenes complementarios ligados a la imagenología son los indicados para la detección de atelectasia sea lobar o segmentaria, en especial la radiología simple de tórax que es la más recomendada.

Entre los signos radiológicos presentes en la radiografía simple de tórax, se reiteró el aumento de la densidad pulmonar y la desviación de las cisuras interlobares con características similares en los lóbulos inferiores pero diferentes en lóbulos superiores, estas 2 son consideradas como signos directos.

Existen signos que representan datos secundarios a la pérdida del volumen del pulmón como compensación (signos indirectos) entre los cuales se observó el desplazamiento de estructuras como la tráquea hacia el lado afecto cuando existe una atelectasia del lóbulo superior, la aproximación de las costillas o elevación del hemidiafragma en casos de atelectasia en lóbulos inferiores. Otro signo es el desplazamiento del hilio hacia la parte superior o la hiperinsuflación de algún segmento o lóbulo sano que compensa el compromiso que tiene el área pulmonar afecta.

Los estudios más avanzados incluyen a la tomografía computarizada, resonancia magnética y tomografía por emisión de positrones en las cuales se identifica la causa de la atelectasia y permite un enfoque terapéutico adecuado. En la TC se nota una leve hiperdensidad del área colapsada del pulmón, las unidades Hounsfield pueden medir y trazar una diferencia entre un pulmón normal, colapsado y con patología tumoral maligna.

La IA juega un papel importante y está en constante evolución, las maquinas empleadas para el estudio imagenológico de patología pulmonar permiten mejorar la calidad de la imagen, suprimir estructuras para enfocar el estudio en un área específica, verificar el área comprometida del pulmón por medio de la segmentación automática.

Los estudios dados por la tomografía emisión de positrones y tomografía computarizada (PET/TC) han permitido la detección temprana de cáncer pulmonar a nivel mundial y han mejorado el enfoque de tratamiento permitiendo realizar cambios oportunos como el ajuste de dosis.

REFERENCIAS

- Assallum, H., Song, T. Y., DeLorenzo, L., & Harris, K. (2019). **Bronchoscopic instillation of DNase to manage refractory lobar atelectasis in a lung cancer patient.** *Annals of Translational Medicine*, 7(15), 363. <https://doi.org/10.21037/atm.2019.05.15>
- Bade, B. C., & Dela Cruz, C. S. (2020). **Lung Cancer 2020: Epidemiology, Etiology, and Prevention.** *Clinics in Chest Medicine*, 41(1), 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.ccm.2019.10.001>
- Bai, Y., Xu, J., Chen, L., Fu, C., Kang, Y., Zhang, W., Fakhri, G. E., Gu, J., Shao, F., & Wang, M. (2021). **Inflammatory response in lungs and extrapulmonary sites detected by [18F] fluorodeoxyglucose PET/CT in convalescing COVID-19 patients tested negative for coronavirus.** *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*, 48(8), 2531–2542. <https://doi.org/10.1007/s00259-020-05083-4>
- Bansal, T., & Beese, R. (2019). **Interpreting a chest X-ray.** *British Journal of Hospital Medicine*, 80(5), C75–C79. <https://doi.org/10.12968/hmed.2019.80.5.C75>

- Baratella, E., Marrocchio, C., Bozzato, A. M., Roman-Pognuz, E., & Cova, M. A. (2021). **Chest X-ray in intensive care unit patients: what there is to know about thoracic devices.** *Diagnostic and Interventional Radiology (Ankara, Turkey)*, 27(5), 633–638. <https://doi.org/10.5152/dir.2021.20497>
- Bardakci, M. I., Ozturk, E. N., Ozkarafakili, M. A., Ozkurt, H., Yanc, U., & Yildiz Sevgi, D. (2021). **Evaluation of long-term radiological findings, pulmonary functions, and health-related quality of life in survivors of severe COVID-19.** *Journal of Medical Virology*, 93(9), 5574–5581. <https://doi.org/10.1002/jmv.27101>
- Bharati, S., Podder, P., & Mondal, M. R. H. (2020). **Hybrid deep learning for detecting lung diseases from X-ray images.** *Informatics in Medicine Unlocked*, 20(January), 100391. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2020.100391>
- Bradley, S. H., Bhartia, B. S., Callister, M. E., Hamilton, W. T., Hatton, N. L. F., Kennedy, M. P., Mounce, L. T., Shinkins, B., Wheatstone, P., & Neal, R. D. (2021). **Chest X-ray sensitivity and lung cancer outcomes: a retrospective observational study.** *The British Journal of General Practice : The Journal of the Royal College of General Practitioners*, 71(712), e862–e868. <https://doi.org/10.3399/BJGP.2020.1099>
- Brodin, N. P., Tomé, W. A., Abraham, T., & Ohri, N. (2020). **18F-Fluorodeoxyglucose PET in Locally Advanced Non-small Cell Lung Cancer: From Predicting Outcomes to Guiding Therapy.** *PET Clinics*, 15(1), 55–63. <https://doi.org/10.1016/j.cpet.2019.08.009>
- Cases Susarte, I., Sánchez González, A., & Plasencia Martínez, J. M. (2017). **Should we perform an inspiratory or an expiratory chest radiograph for the initial diagnosis of pneumothorax?** *Radiologia*, 60(5), 437–440. <https://doi.org/10.1016/j.rx.2017.10.004>
- Chandler, D., Pham, A. D., Resident, A., Okada, L. K., Student, M., Kaye, R. J., Student, M., Cornett, E. M., Fox, C. J., Urman, R. D., Kaye, A. D., & Academic, C. (2020). **Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology Perioperative strategies for the reduction of postoperative pulmonary complications.** *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, xxx, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2020.04.011>
- Chassagnon, G., Vakalopolou, M., Paragios, N., & Revel, M.-P. (2020). **Deep learning: definition and perspectives for thoracic imaging.** *European Radiology*, 30(4), 2021–2030. <https://doi.org/10.1007/s00330-019-06564-3>
- Christensen, T. N., Langer, S. W., Persson, G., Larsen, K. R., Loft, A., Amtoft, A. G., Berthelsen, A. K., Johannesen, H. H., Keller, S. H., Kjaer, A., & Fischer, B. M. (2021). **18F-FLT PET/CT Adds Value to 18F-FDG PET/CT for Diagnosing Relapse After Definitive Radiotherapy in Patients with Lung Cancer: Results of a Prospective Clinical Trial.** *Journal of Nuclear Medicine : Official Publication, Society of Nuclear Medicine*, 62(5), 628–635. <https://doi.org/10.2967/jnumed.120.247742>
- Chung, J. H., Richards, J. C., Koelsch, T. L., MacMahon, H., & Lynch, D. A. (2018). **Screening for Lung Cancer: Incidental Pulmonary Parenchymal Findings.** *American Journal of Roentgenology*, 210(3), 503–513. <https://doi.org/10.2214/AJR.17.19003>
- Domino, K. B. (2019). **Pre-emergence Oxygenation and Postoperative Atelectasis.** *Anesthesiology*, 131(4), 771–773. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002875>
- Erickson, B. J., Korfiatis, P., Akkus, Z., & Kline, T. L. (2017). **Machine Learning for Medical Imaging.** *RadioGraphics*, 37(2), 505–515. <https://doi.org/10.1148/rg.2017160130>

- Foley, R. W., Nassour, V., Oliver, H. C., Hall, T., Masani, V., Robinson, G., Rodrigues, J. C. L., & Hudson, B. J. (2021). **Chest X-ray in suspected lung cancer is harmful.** *European Radiology*, 31(8), 6269–6274. <https://doi.org/10.1007/s00330-021-07708-0>
- Fonti, R., Conson, M., & Del Vecchio, S. (2019). **PET/CT in radiation oncology.** *Seminars in Oncology*, 46(3), 202–209. <https://doi.org/10.1053/j.seminoncol.2019.07.001>
- Ganem, J., Thureau, S., Gardin, I., Modzelewski, R., Hapdey, S., & Vera, P. (2018). **Delineation of lung cancer with FDG PET/CT during radiation therapy.** *Radiation Oncology (London, England)*, 13(1), 219. <https://doi.org/10.1186/s13014-018-1163-2>
- Gordienko, Y., Gang, P., Hui, J., Zeng, W., Kochura, Y., Alienin, O., Rokovyi, O., & Stirenko, S. (2019). **Deep learning with lung segmentation and bone shadow exclusion techniques for chest X-ray analysis of lung cancer.** In Z. Hu, S. Petoukhov, I. Dychka, & M. He (Eds.), *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 754). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91008-6_63
- Gorospe, L., Jover-Díaz, R., Muñoz-Molina, G. M., Cabañero-Sánchez, A., Gambí-Pisonero, E., & Barbolla-Díaz, I. (2018). **Round atelectasis: PET/CT findings.** *Internal and Emergency Medicine*, 13(7), 1127–1128. <https://doi.org/10.1007/s11739-018-1867-1>
- Grott, K., Chauhan, S., & Dunlap, J. D. (2022). **Atelectasis.** In *StatPearls*. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL).
- Gu, D., Liu, G., & Xue, Z. (2021). **On the performance of lung nodule detection, segmentation and classification.** *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 89(August 2020), 101886. <https://doi.org/10.1016/j.compmedimag.2021.101886>
- Hedenstierna, G., Tokics, L., Reinius, H., Rothen, H. U., Östberg, E., & Öhrvik, J. (2020). **Higher age and obesity limit atelectasis formation during anaesthesia: an analysis of computed tomography data in 243 subjects.** *British Journal of Anaesthesia*, 124(3), 336–344. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.11.026>
- Helm, J. M., Swiergosz, A. M., Haeberle, H. S., Karnuta, J. M., Schaffer, J. L., Krebs, V. E., Spitzer, A. I., & Ramkumar, P. N. (2020). **Machine Learning and Artificial Intelligence: Definitions, Applications, and Future Directions.** *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 13(1), 69–76. <https://doi.org/10.1007/s12178-020-09600-8>
- Ibitoye, B. O., Idowu, B. M., Ogunrombi, A. B., & Afolabi, B. I. (2018). **Ultrasonographic quantification of pleural effusion: comparison of four formulae.** *Ultrasonography (Seoul, Korea)*, 37(3), 254–260. <https://doi.org/10.14366/usg.17050>
- Kumar Basak, S., Wotto, M., & Bélanger, P. (2018). **E-learning, M-learning and D-learning: Conceptual definition and comparative analysis.** *E-Learning and Digital Media*, 15(4), 191–216. <https://doi.org/10.1177/2042753018785180>
- Kundu, R., Das, R., Geem, Z. W., Han, G.-T., & Sarkar, R. (2021). **Pneumonia detection in chest X-ray images using an ensemble of deep learning models.** *PLOS ONE*, 16(9), e0256630. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256630>
- Lin, S., Kantor, R., & Clark, E. (2021). **Coronavirus Disease 2019.** *Clinics in Geriatric Medicine*, 37(4), 509–522. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2021.05.001>

- Lou, Q., Zhang, S.-X., & Yuan, L. (2021). **Clinical analysis of adenovirus pneumonia with pulmonary consolidation and atelectasis in children.** *The Journal of International Medical Research*, 49(2), 300060521990244. <https://doi.org/10.1177/0300060521990244>
- Maki, R., Miyajima, M., Ogura, K., Tada, M., Takahashi, Y., Arai, W., Adachi, H., & Watanabe, A. (2020). **Pulmonary vessels and bronchial anatomy of the left lower lobe.** *Surgery Today*, 50(9), 1081–1090. <https://doi.org/10.1007/s00595-020-01991-y>
- Malloy, M. H., & MCGovern, J. P. (2018). **Hyaline membrane disease (HMD): an historical and Oslerian perspective.** *Journal of Perinatology: Official Journal of the California Perinatal Association*, 38, 1602–1606. <https://doi.org/10.1038/s41372-018-0237-1>
- Marini, J. J. (2019). **Acute Lobar Atelectasis.** *Chest*, 155(5), 1049–1058. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2018.11.014>
- Martí, A., Morón, S., González, E., & Rojas, J. (2020). **Incidental findings of COVID-19 in F18-FDG PET/CT from asymptomatic patients with cancer in two healthcare institutions in Bogotá, Colombia.** *Biomedica: Revista Del Instituto Nacional de Salud*, 40(Supl. 2), 27–33. <https://doi.org/10.7705/biomedica.5833>
- Mascalchi, M., Camiciottoli, G., & Diciotti, S. (2017). **Lung densitometry: why, how and when.** *Journal of Thoracic Disease*, 9(9), 3319–3345. <https://doi.org/10.21037/jtd.2017.08.17>
- McPherson, C., & Wambach, J. A. (2018). **Prevention and Treatment of Respiratory Distress Syndrome in Preterm Neonates.** *Neonatal Network*, 37(3), 169–177. <https://doi.org/10.1891/0730-0832.37.3.169>
- Mittal, A., Hooda, R., & Sofat, S. (2017). **Lung field segmentation in chest radiographs: a historical review, current status, and expectations from deep learning.** *IET Image Processing*, 11(11), 937–952. <https://doi.org/10.1049/iet-ipr.2016.0526>
- Norikane, T., Yamamoto, Y., Mitamura, K., Tani, R., & Nishiyama, Y. (2020). **False-Positive 18F-FDG and 18F-Fluorothymidine Uptake in a Patient With Round Atelectasis.** *Clinical Nuclear Medicine*, 45(3), e158–e159. <https://doi.org/10.1097/RLU.0000000000002864>
- Ozturk, K., Soylu, E., & Topal, U. (2018). **Linear Atelectasis around the Hilum on Chest Radiography: A Novel Sign of Early Lung Cancer.** *Journal of Clinical Imaging Science*, 8(1), 27. https://doi.org/10.4103/jcis.JCIS_35_18
- Petite Felipe, D. J., Rivera Campos, M. I., San Miguel Espinosa, J., Malo Rubio, Y., Flores Quan, J. C., & Cuartero Revilla, M. V. (2021). **Hallazgos iniciales en la radiografía de tórax como predictores de empeoramiento en la infección pulmonar por SARS-CoV-2. Correlación en 265 pacientes.** *Radiología*, 63(4), 324–333. <https://doi.org/10.1016/j.rx.2021.03.004>
- Pogue, B. W., & Wilson, B. C. (2018). **Optical and x-ray technology synergies enabling diagnostic and therapeutic applications in medicine.** *Journal of Biomedical Optics*, 23(12), 1–17. <https://doi.org/10.1117/1.JBO.23.12.121610>
- Pritchett, M. A., Lau, K., Skibo, S., Phillips, K. A., & Bhadra, K. (2021). **Anesthesia considerations to reduce motion and atelectasis during advanced guided bronchoscopy.** *BMC Pulmonary Medicine*, 21(1), 240. <https://doi.org/10.1186/s12890-021-01584-6>

Protić, A., Bura, M., & Juričić, K. (2020). **A 23-year-old man with left lung atelectasis treated with a targeted segmental recruitment maneuver: a case report.** *Journal of Medical Case Reports*, 14(1), 77. <https://doi.org/10.1186/s13256-020-02409-6>

Regmi, P. R., Amatya, I., Kafle, B., Kayastha, P., & Paudel, S. (2021). **Right Sided Aortic Arch with Aberrant Left Subclavian Artery from Kommerell's Diverticulum, a Cause of Persistent Dysphagia in an Adult: A Case Report.** *Journal of Institute of Medicine Nepal*, 43(1), 47–49. <https://doi.org/10.3126/jiom.v43i1.37472>

Ruaro, B., Salton, F., Braga, L., Wade, B., Confalonieri, P., Volpe, M. C., Baratella, E., Maiocchi, S., & Confalonieri, M. (2021). **The History and Mystery of Alveolar Epithelial Type II Cells: Focus on Their Physiologic and Pathologic Role in Lung.** *International Journal of Molecular Sciences*, 22(5), 2566. <https://doi.org/10.3390/ijms22052566>

Santos, A, S. K. C. V. et al. (2019). **Atelectasis and lung changes in preterm neonates in the neonatal period : a blind radiological report and clinical findings.** *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 31(3), 347–353. <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20190047>

Shekhda, K. M. (2020). **A mysterious lesion on the chest X-Ray.** *European Journal of Internal Medicine*, 75(January), 99–100. <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2020.02.026>

Stengel, D., Leisterer, J., Ferrada, P., Ekkernkamp, A., Mutze, S., & Hoening, A. (2020). **Point-of-care ultrasonography for diagnosing thoracoabdominal injuries in patients with blunt trauma.** *Emergencias : Revista de La Sociedad Espanola de Medicina de Emergencias*, 32(4), 280–281. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012669.pub2>. www.cochranelibrary.com

Sum, S., Peng, Y., Yin, S., Huang, P., Wang, Y., Chen, T., Tung, H., & Yeh, C. (2019). **Using an incentive spirometer reduces pulmonary complications in patients with traumatic rib fractures: a randomized controlled trial.** *Trials*, 20(1), 797. <https://doi.org/10.1186/s13063-019-3943-x>

Sun, X. W., Lin, Y. N., Ding, Y. J., Li, S. Q., Li, H. P., & Li, Q. Y. (2021). **Bronchial Variation: Anatomical Abnormality May Predispose Chronic Obstructive Pulmonary Disease.** *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease, Volume 16*, 423–431. <https://doi.org/10.2147/COPD.S297777>

Suzuki, K. (2017). **Overview of deep learning in medical imaging.** *Radiological Physics and Technology*, 10(3), 257–273. <https://doi.org/10.1007/s12194-017-0406-5>

Takimoto, T., Kagawa, T., Tachibana, K., Arai, T., & Inoue, Y. (2020). **Massive atelectasis by mucoid impaction in an asthma patient during treatment with anti-interleukin-5 receptor antibody.** *Respirology Case Reports*, 8(6), e00599. <https://doi.org/10.1002/rcr2.599>

Tamura, M., Matsumoto, I., Tanaka, Y., Saito, D., Yoshida, S., & Takata, M. (2021). **Predicting recurrence of non-small cell lung cancer based on mean computed tomography value.** *Journal of Cardiothoracic Surgery*, 16(1), 128. <https://doi.org/10.1186/s13019-021-01476-0>

Thorpe, A., Rodrigues, J., Kavanagh, J., Batchelor, T., & Lyen, S. (2020). **Postoperative complications of pulmonary resection.** *Clinical Radiology*, 75(11), 876.e1-876.e15. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2020.05.006>

Ugalde, I. T., Prater, S., Cardenas-Turanzas, M., Sanghani, N., Mendez, D., Peacock, J., Guvernator, G., Koerner, C., & Allukian, M. (2021). **Chest x-ray vs. computed tomography of the chest in pediatric blunt trauma.** *Journal of Pediatric Surgery*, 56(5), 1039–1046. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2020.09.003>

Unger, S. A., & Bogaert, D. (2017). **The respiratory microbiome and respiratory infections.** *Journal of Infection*, 74, S84–S88. [https://doi.org/10.1016/S0163-4453\(17\)30196-2](https://doi.org/10.1016/S0163-4453(17)30196-2)

Valdés Bécares, J., Martínez García, P., & Maderuelo Riesco, I. (2018). **Atelectasia por tapón de moco resuelta de manera conservadora.** *Atención Primaria*, 50(9), 562–563. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2018.03.006>

Warren, M. A., Zhao, Z., Koyama, T., Bastarache, J. A., Shaver, C. M., Semler, M. W., Rice, T. W., Matthay, M. A., Calfee, C. S., & Ware, L. B. (2018). **Severity scoring of lung oedema on the chest radiograph is associated with clinical outcomes in ARDS.** *Thorax*, 73(9), 840–846. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2017-211280>

Wilson, J. S., Alvarez, J., Davis, B. C., & Duerinckx, A. J. (2018). **Cost-effective teaching of radiology with preclinical anatomy.** *Anatomical Sciences Education*, 11(2), 196–206. <https://doi.org/10.1002/ase.1710>

Yin, D., Lu, J., Wang, J., Yan, B., & Zheng, Z. (2021). **Analysis of the therapeutic effect and prognosis in 86 cases of rib fractures and atelectasis.** *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 16(1), 86. <https://doi.org/10.1186/s13018-021-02221-y>