

Neumotórax en pacientes COVID-19.

Pneumotorax in COVID-19 patients.

Israel Hernández-Rivera^{1*}, Adrián Pamanes-Lozano², Martín Adrián Bolívar-Rodríguez².

1. Médico Residente de 4º año de Cirugía General, Servicio de Cirugía General del Centro de Investigación y Docencia en Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma de Sinaloa en el Hospital Civil de Culiacán. Sinaloa, México.
2. Médico Especialista en Cirugía General, Servicio de Cirugía General del Centro de Investigación y Docencia en Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma de Sinaloa en el Hospital Civil de Culiacán. Sinaloa, México.

*Autor de correspondencia: Dr. Israel Hernández-Rivera

Domicilio: Calle Eustaquio Buelna 91, Colonia Gabriel Leyva C.P. 80030, Culiacán, Sinaloa, México.

Teléfono: (331)2927192. Correo electrónico: maconto04@gmail.com

DOI <http://dx.doi.org/10.28960/revmeduas.2007-8013.v11.n3.009>

Recibido 13 de Marzo 2021, aceptado 15 de Mayo 2021

RESUMEN

La pandemia por Covid-19 ha causado 34, 161 721 casos confirmados y más de 1, 016 986 muertes a nivel mundial. Se ha reportado en ciertos pacientes serias complicaciones como lo son: el síndrome de distrés respiratorio agudo y el neumotórax este último con una incidencia de 15 % y una tasa de mortalidad de 33% esto en los casos asociados a barotrauma. El Neumotórax se menciona como la presencia de aire libre en el espacio pleural, puede ocurrir durante las distintas fases de la enfermedad y puede relacionarse a enfermedad pulmonar subyacente, barotrauma por ventilación mecánica o gravedad de la enfermedad. El diagnóstico se realiza mediante la combinación clínica de signos y síntomas así como su confirmación mediante algún método diagnóstico de imagen como la tomografía de tórax los hallazgos característicos y poco comunes fue la presencia de neumatoceles o bullas. Se debe realizar un diagnóstico y tratamiento oportuno para la disminución de su tasa de mortalidad

Palabras clave: Neumotórax, Neumatocele, Barotrauma, Ventilación mecánica, Covid-19

ABSTRACT

The Covid-19 pandemic has caused 34,161 721 confirmed cases and more than 1,016 986 deaths worldwide. Serious complications have been reported in certain patients, such as: acute respiratory distress syndrome and pneumothorax, the latter with an incidence of 15% and a mortality rate of 33%, this in cases associated with barotrauma. Pneumothorax is mentioned as the presence of free air in the pleural space, it can occur during the different phases of the disease and can be related to underlying lung disease, barotrauma due to mechanical ventilation or severity of the disease. The diagnosis is made through the clinical combination of signs and symptoms as well as their confirmation by means of some diagnostic imaging method such as chest tomography. The characteristic and uncommon findings were the presence of pneumatoceles or bullae. A timely diagnosis and treatment must be carried out to reduce the mortality rate

Key words: Pneumothorax, Pneumatocele, Barotrauma, Mechanical ventilation, Covid-19

INTRODUCCIÓN

La pandemia por Covid-19 ha causado 34, 161 721 casos confirmados y más de 1, 016 986 muertes en todo el mundo hasta el momento.¹ La mayor parte de los pacientes infectados presentan un curso leve de la enfermedad y con una recuperación completa; sin embargo, otros

pueden presentar serias complicaciones que aumentan la tasa de mortalidad.²

Una de las complicaciones de este nuevo virus perteneciente a la familia de los coronavirus, identificado como SARS-CoV-2, es el síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), considerado actualmente como la complicación

más frecuente en pacientes ingresados a la unidad de cuidados intensivos (UCI).³⁻⁵

Otra de las complicaciones, si bien menos frecuente pero con un impacto importante en la evolución del paciente es el neumotórax espontáneo en pacientes con Covid-19, con una incidencia de 1-2%.⁶⁻⁷

La etiopatogenia y fisiopatología de los neumotórax en relación a Covid-19 aún no está muy clara, las causas posibles son la formación de bullas, neumatoceles, el propio proceso inflamatorio y el barotrauma. En los casos asociados a barotrauma la incidencia aumenta hasta un 15 % y presentan correlación directa con patologías pulmonares subyacentes como enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), duración del SDRA, presiones inspiratorias pico altas mayores de 40 a 50 cm H₂O, presiones positivas altas al final de la espiración PEEP y altos volúmenes corrientes.⁶⁻⁸

Actualmente los casos de neumotórax como complicación en pacientes con Covid-19 representan gran relevancia debido al aumento en su incidencia y en la tasa de mortalidad (33%), principalmente en los casos por barotrauma secundarios a ventilación mecánica, por lo que es importante realizar un diagnóstico y tratamiento oportuno.⁹

Definición de neumotórax por Covid-19 o SARS-CoV-2

Neumotórax es la presencia de aire libre en el espacio pleural, entre la pleura parietal y visceral que recubre al pulmón. Se clasifican en primario y secundario²

El neumotórax primario es aquel que se presenta sin la existencia de alguna enfermedad pulmonar subyacente, teniendo como factor de riesgo el tabaquismo y la causa principal es la ruptura de bullas subpleurales.^{2,10}

El Neumotórax secundario es ocasionado por una enfermedad pulmonar subyacente como enfisema, fibrosis quística, neumonía necrotizante, asma grave, neoplasias malignas, traumatismo o ventilación mecánica.¹⁰

El neumotórax como complicación en pacientes con Covid-19 puede ocurrir durante las distintas fases de la enfermedad y puede relacionarse a enfermedad pulmonar subyacente, barotrauma por ventilación mecánica o gravedad de la enfermedad.¹¹

Antecedentes históricos

La pandemia actual por Covid-19 ha suscitado escasos casos de neumotórax espontáneos, de los cuales no se conoce su fisiopatología, etiopatogenia, incidencia ni valor pronóstico; lo que nos lleva a investigar los antecedentes de los anteriores coronavirus en los que también mencionan al neumotórax como complicación.¹²

Los coronavirus son una gran familia de virus ARN monocatenario que infectan a los humanos, se conocen 6 tipos de CoV humanos: los alfa-CoV (HCoV-NL 63, HCoV-229E), los beta-CoV (HCoV-OC43, HCoV-HKU1), los que ocasionan un SDRA severo (SARS-CoV) y el del medio oriente (MERS-CoV).^{3,13}

El primer caso de infección por el virus SARS-CoV fue en el año 2002 extendiéndose hasta el 2003 teniendo como casos confirmados 8,098 y 774 muertes, con una tasa de mortalidad de un 5-10%, así como escasos casos de neumotórax espontáneos con una incidencia del 1.7% en pacientes hospitalizados.^{7,13}

Por parte del virus del medio oriente MERS-CoV se informó el primer caso de neumonía grave en Arabia Saudita en el 2012 extendiéndose hacia toda Europa, Asia, África y el Norte de Estados Unidos; presentando casos de infección en 2,494 personas y 858 defunciones, con una alta tasa de ingreso a UCI del 40-50% y una tasa de mortalidad del 75%.¹³ Con una incidencia alta de neumotórax de 20-34% secundarios a barotrauma considerándose como un signo de mal pronóstico.^{6, 7,14}

Epidemiología

Los neumotórax espontáneos en pacientes con Covid-19 presentan una incidencia de 1% en pacientes hospitalizados y un 2% en pacientes en UCI con una media de tiempo de su desarrollo a los 24.3 días de su ingreso hospitalario.^{6, 7,15}

Por el contrario los neumotórax reportados por barotrauma presentan una incidencia de 15 % así como una tasa de mortalidad del 33% con una media de tiempo de su desarrollo de 4-5 días posterior a la intubación del paciente con Covid-19.^{6,14}

Los neumotórax secundarios en pacientes Covid-19 presentan mayor riesgo de morbilidad y mortalidad que los neumotórax espontáneos primarios.¹⁶

Etiopatogenia

La causa principal de los neumotórax espontáneos primarios en pacientes con Covid-19 es la ruptura de las bullas subpleurales o neumatocele con hallazgos por tomografía.^{2,17}

El daño alveolar difuso por el proceso inflamatorio excesivo ocasionado por la gran cantidad de citocinas liberadas por Covid-19, conduce al debilitamiento de las paredes bronquiales y en conjunto con el SDRA ocasionan un aumento en la presión intraalveolar que predispone una ruptura de los alveolos ocasionando una fuga de aire hacia el espacio intersticial.¹⁸⁻¹⁹

Otra etiología probable es el llamado efecto Macklin que se presenta en cuadros graves de tos intensa los cuales inducen un aumento de la presión intraalveolar y ocasionan la ruptura de la pared alveolar.²

La mayoría de estos neumotórax no se presentan a su ingreso hospitalario sino posterior a

este, se ha descrito que a mayor tiempo de evolución hay mayor daño pulmonar y por lo tanto mayor susceptibilidad de neumotórax.²⁰

En casos anteriores de pacientes con SDRA por coronavirus previos se reportó un mayor riesgo de neumotórax en aquellos que tenían una evolución clínica más grave así como marcadores inflamatorios elevados.²¹

No existe una etiopatogenia certera o única para los neumotórax por ventilación mecánica invasiva (VMI) pero en sus reportes Ruibing et al. mencionan cierta asociación de VMI y fibrosis pulmonar en la formación de bullas pulmonares así como en la ruptura de éstas por la presión intrapulmonar predisponiendo la formación de un neumotórax.²²

Como factores de riesgo se encuentran la presencia de patologías pulmonares subyacentes como EPOC, duración del SDRA, presiones inspiratorias pico altas mayores de 40 a 50 cm H₂O, presiones positivas altas al final de la espiración PEEP y altos volúmenes corrientes en pacientes con Covid-19 que tengan la necesidad de VMI.⁶⁻⁷

McGuinness et al. reportaron una incidencia alta de neumotórax por barotrauma de un 15-24% en pacientes con Covid-19 con VMI durante su estancia intrahospitalaria asociado a una estancia hospitalaria más larga y aumento de mortalidad.²³

Así mismo Gattinoni et al. mencionan que la incidencia de neumotórax es mayor en pacientes con SDRA que estén expuestos a ventilación

mecánica durante un periodo prolongado de tiempo > 2 semanas (87%) frente a <1 semana (30%).²⁴

Existe cierta relación entre los marcadores inflamatorios como factor de riesgo en la formación de neumotórax en pacientes con VMI, ya que se han reportado casos en los que los pacientes presentaron niveles elevados de leucocitos, neutrófilos, proteína c reactiva (PCR), ferritina, Dimero D y deshidrogenasa láctica (DHL) previos a la presentación de éste.²⁵⁻²⁶

Se debe tener un seguimiento adecuado en estos pacientes ya que se han reportado dos casos de neumotórax persistente en pacientes covid-19 con manejo de ventilación mecánica.⁸

Cuadro Clínico

El dolor en pecho así como la disnea y la taquipnea son los síntomas más comunes de un neumotórax espontáneo en pacientes con Covid-19, una importante diferencia que lo distingue de otras complicaciones respiratorias es que sucede principalmente en reposo.³

El diagnóstico de un neumotórax por ventilación mecánica en pacientes con Covid-19 se realiza de manera clínica, ya que presentan un aumento repentino de la disnea, una rápida desaturación de oxígeno y se confirma mediante estudio de imagen.²⁶

A la exploración física los hallazgos más comunes son la disminución o ausencia de los ruidos respiratorios, hemitórax aplanado y contralate-

ral expandido, enfisema subcutáneo y a la percusión hiperresonancia del hemitórax afectado.

²⁷

Se debe pensar en un neumotórax como complicación y diagnóstico diferencial en el paciente con Covid-19 que presenten una descompensación pulmonar de manera abrupta durante su estancia hospitalaria. ^{25, 28,29}

Métodos diagnósticos

El diagnóstico de un neumotórax en pacientes con Covid-19 se realiza mediante la combinación clínica de signos y síntomas así como su confirmación mediante algún método diagnóstico de imagen. Uno de estos es el ultrasonido considerado actualmente como método inicial y de elección en la detección de neumotórax en la sala de urgencias y de UCI. ³⁰ Los hallazgos ultrasonográficos a encontrar son ausencia de deslizamiento pulmonar y líneas B. ³¹

Estudios tomográficos han demostrado que el neumotórax es un hallazgo poco común en los pacientes con Covid-19 a su ingreso hospitalario. ³² La mayoría tienen una presentación media de 24.3 días ya que un tiempo prolongado de la lesión pulmonar extensa aumenta la susceptibilidad del neumotórax. Dado que los síntomas pueden ser sutiles se recomienda mantener una monitorización continua, una tomografía axial computarizada (TAC) de tórax de forma temprana y una TAC de seguimiento para observar el daño pulmonar. ²⁰

En estudios tomográficos de pacientes con Covid-19 que desarrollaron un neumotórax espontáneo, el hallazgo patológico característico y poco común que se encontró fue la presencia de neumatoceles o bullas, el cual se cree que pudiera contribuir a la formación de éstos, junto con la inflamación de las vías respiratorias distales. ³²

Desde que se diagnosticaron los primeros casos de Covid-19 se reportó al neumotórax como una complicación poco común. Chen et al. estudiaron 99 pacientes confirmados con Covid-19 de los cuales solo uno presentó neumotórax el día 30 de su hospitalización. ³³ Yang et al. realizaron autopsias en 92 pacientes con Covid-19 de los cuales se encontró solo un caso con el mismo diagnóstico. ³⁴ Salehi et al. estudiaron 919 pacientes con Covid-19 en los cuales revisaron las TAC de cada uno de los pacientes y solo en uno describieron un neumotórax como hallazgo infrecuente. ³⁵

Como ya se mencionó otro método diagnóstico ha sido mediante autopsias encontrando como hallazgo un predominante daño alveolar difuso lo que apoyaría la hipótesis de que la lesión del parénquima pulmonar predispone al desarrollo del neumotórax. ²¹

Aiolfi et al. en otra serie de casos mencionan como hallazgos la presencia de edema, exudado proteíco, congestión vascular, hiperplasia reactiva focal de neumocitos con infiltración celular inflamatoria en parches y células gigantes

multinucleadas, lo que se traduce en una afectación intersticial significativa con baja capacidad pulmonar y elasticidad reducida, por lo que requieren una ventilación mecánica con PEEP elevados y alto volumen corriente para mantener un intercambio de gas aceptable condicionando a la formación de un neumotórax por barotrauma o por ruptura de bullas preexistentes.⁸

Diagnósticos diferenciales

En algunos de los pocos casos reportados los pacientes presentaron neumotórax espontáneo de manera temprana a su ingreso a urgencias con datos de insuficiencia respiratoria, en los cuales de no haber hecho una adecuada exploración física y un diagnóstico certero se hubiera iniciado manejo a base de ventilación mecánica con presión positiva lo que agravaría el curso clínico de un neumotórax, por lo que es muy importante tener en mente como diagnóstico diferencial esta patología.²⁹

El neumotórax iatrogénico es más común que los neumotórax espontáneos, teniendo como causas: aspiración con aguja transtorácica (24%), punción de la vena subclavia (22%), toracocentesis (22%), biopsias pleurales (8%) y ventilación mecánica (7%); la mayoría resuelven espontáneamente; sin embargo, el tratamiento se puede realizar mediante aspiración con aguja fina la cual es efectiva en 89% de los casos o con la colocación de tubo endopleural

especialmente en pacientes con ventilación con presión positiva.¹⁶

El neumotórax a tensión es considerada una emergencia médica en la que los pacientes presentan un compromiso hemodinámico severo e hipoxemia, se considera como una complicación rara y como de mal pronóstico en pacientes con Covid-19 con manejo de ventilación mecánica se debe de realizar un diagnóstico y tratamiento temprano para la disminución de la tasa de mortalidad.¹⁷

Weg et al. refieren que las presiones ventilatorias altas provocan barotrauma y pueden ocasionar no solo neumotórax, si no también neumomediastino, neumopericardio, edema intersticial pulmonar y enfisema subcutáneo, los cuales se deben considerar en el abordaje diferencial del neumotórax.³⁶ Sus síntomas son dolor torácico retroesternal que migra hacia cuello y brazo asociado a disnea, taquipnea, disfagia y tos, a la exploración podemos encontrar el signo de hamman.¹⁸

Existe evidencia clínica de casos de neumomediastino junto con neumotórax en pacientes con Covid-19, los cuales también pueden presentarse de manera espontánea o iatrogénica por un barotrauma.^{7, 25}

Otro diagnóstico diferencial importante en el contexto de síntomas similares es la embolia pulmonar (EP), ya que presentan hipoxia, taquicardia y deterioro agudo.¹⁷

Tratamiento

Un neumotórax de un paciente con Covid-19 puede ser tratado mediante la aspiración con alguna aguja y drenaje torácico considerado como el tratamiento de primera línea.^{8,30}

El colegio Americano de Cirujanos de Tórax recomienda la colocación de un drenaje intercostal siempre y cuando el neumotórax sea mayor del 20%.²⁷

En casos de un neumotórax a tensión por barotrauma se deberá realizar descompresión de emergencia del neumotórax con una con aguja calibre 14 insertada en el espacio de la segunda costilla y la línea clavicular media. Después de la descompresión inicial, se coloca tubo de drenaje torácico.¹⁷

Se debe considerar que los sistemas de drenajes de tubos de toracostomía que actualmente usamos, no contienen filtros para virus, lo que en casos de presencia de fugas aéreas en pacientes con neumotórax primarios, secundarios, espontáneos o iatrogénicos el virus podría filtrarse hacia el sistema de drenaje y al sello de agua ocasionando un alto riesgo de contagio por la generación de aerosoles; se recomienda llenar el sello de agua con cloro diluido en agua en una proporción de 1:50 así como la colocación de filtros virales de alta eficiencia de detención de partículas (HEPA) capaces de capturar

el 99.97 de impurezas en el aire; se deben colocar al tubo de succión siempre y cuando se mantenga el drenaje en succión. En casos que solo se mantenga con el sello de agua se deberá colocar una bolsa de gravedad como filtro viral.³⁷⁻³⁸ A pesar de la escasa información existente sobre la generación de aerosoles en pacientes con fugas aéreas en los sistemas de drenaje, se debe estar atentos ante las posibilidades de una infección nosocomial por Covid-19 y considerar cualquier método para reducir la exposición viral.³⁹⁻⁴⁰

En todos los casos que se coloque un tubo de toracostomía se debe realizar con el Equipo de Protección Personal (EPP) para disminuir el contagio por aerolización, recomendado por la normativa de cada hospital para el contacto con pacientes positivos con Covid-19, como gorro desechable, googles de seguridad, mascara con filtros P100 o cubrebocas N95, bata impermeable desechable y guantes de cañón largo.³⁷

En los casos de neumotórax persistentes, fugas aéreas persistentes >3-5dias, hemoneumotorax y neumotórax bilaterales, la toracoscópia asistida por video (VATS), resección de bullas y pleurectomía son la opción perfecta para reducir la fuga aérea y mejorar la ventilación.⁸

En los neumotórax secundarios a barotrauma por ventilación mecánica, se han planteado y realizado estrategias así como protocolos con volúmenes y presiones bajas en el manejo de

los pacientes, teniendo como estrategia la protección pulmonar y la disminución en la incidencia de barotraumas. Se cree que estas nuevas pautas podrían ser de beneficio en pacientes con una alta distensibilidad pulmonar e hipoxemia grave.⁶

CONCLUSIÓN

El neumotórax ha tomado una gran importancia en el ámbito hospitalario, formando parte como una de las complicaciones por Covid-19, con una incidencia de un 15-24% en los casos relacionados por ventilación mecánica y como un factor de mal pronóstico. Su fisiopatología no está demasiada clara a pesar de los métodos de diagnóstico y clínica del paciente. Ya que se ha reportado cierta asociación con otros factores como la duración del síndrome de distrés respiratorio agudo, patología pulmonar previa, marcadores inflamatorios elevados o al tiempo prolongado de la enfermedad como detonantes en su formación. A pesar de estas directrices o hipótesis no esclarecidas se debe realizar un diagnóstico y tratamiento temprano para la disminución de su tasa de mortalidad, mediante estudios de imagen y colocación oportuna de un drenaje pleural considerado como el tratamiento de primera línea para la resolución del neumotórax y su seguimiento con tomografías de tórax de manera seriadas para valorar daño pulmonar u otras complicaciones.

REFERENCIAS

- Organization, World Health. [homepage en internet]. Organization, World Health; [actualizada 24 septiembre 2020; consultado 24 septiembre 2020]. Disponible https://covid19.who.int/?gclid=CjwKCAjwwab7BRBAEiwAapqpTOzP4C4J7UcQfW0s51-FGCgWDKJ8AiohQ7I1es7ASHLO5brlvB6oRoC4XYQAvD_BwE.
- Abushahin A, Degliomini J, Aronow WS, Newman T. A Case of Spontaneous Pneumothorax 21 Days After Diagnosis of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pneumonia. Am J Case Rep. 2020;21:e925787.
- Aydin S, Öz G, Dumanli A, Balci A, Gencer A. A Case of Spontaneous Pneumothorax in Covid-19 Pneumonia. J Surg Res. 2020;03(02): 96-101.
- Pérez O, Zamarrón E, Guerrero M, Soriano R, Figueroa A, López J, et al. Protocolo de manejo para la infección por COVID-19. Med Crit. 2020;33(1):43-52.
- Yang X, Yu Y, Xu J, Shu H, Xia Ja, Liu H, et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. Lancet Respir Med. 2020;8(5):475-81.
- Zantah M, Dominguez E, Townsend R, Dikengil F, Criner GJ. Pneumothorax in COVID-19 disease- incidence and clinical characteristics. Respi Res. 2020;21(1):236.
- Martinelli AW, Ingle T, Newman J, Nadeem I, Jackson K, Lane N, et al. COVID-19 and pneumothorax: a multicentre retrospective

- case series. Eur Respir J.2020; 56 (5): 02697
8. Aiolfi A, Biraghi T, Montisci A, Bonitta G, Micheletto G, Donatelli F, et al. Management of Persistent Pneumothorax with Thoracoscopy and Blebs Resection in Covid-19 Patients. Ann Thorac Surg. 2020.
9. Alhakeem A, Khan MM, Al Soub H, Yousaf Z. Case Report: COVID-19-Associated Bilateral Spontaneous Pneumothorax-A Literature Review. Am J Trop Med Hyg. 2020;103(3):1162-5.
10. Plojoux J, Froudarakis M, Janssens JP, Soccal PM, Tschopp JM. New insights and improved strategies for the management of primary spontaneous pneumothorax. Clin Respir J. 2019;13(4):195-201.
11. Janssen ML, van Manen MJG, Cretier SE, Braunstahl GJ. Pneumothorax in patients with prior or current COVID-19 pneumonia. Respir Med Case Rep. 2020;31:101187.
12. UpToDate. Anesi G. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): Critical care and airway management issues. [last updated: Sep 14, 2020]. Disponible en: [https://www-upToDate-com.pbidi.unam.mx:2443/contents/coronavirus-disease-2019-covid-19-critical-care-and-airway-management-is-sues?search=.%20Enfermedad%20por%20coronavirus%202019%20\(COVID-19\):%20cuidados%20cr%C3%ADticos%20y%20problemas%20de%20ma-nejo%20de%20las%20v%C3%ADas%20respiratorias&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1](https://www-upToDate-com.pbidi.unam.mx:2443/contents/coronavirus-disease-2019-covid-19-critical-care-and-airway-management-is-sues?search=.%20Enfermedad%20por%20coronavirus%202019%20(COVID-19):%20cuidados%20cr%C3%ADticos%20y%20problemas%20de%20ma-nejo%20de%20las%20v%C3%ADas%20respiratorias&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1)
13. Gulati A, Pomeranz C, Qamar Z, Thomas S, Frisch D, George G, et al. A Comprehensive Review of Manifestations of Novel Coronaviruses in the Context of Deadly COVID-19 Global Pandemic. Am J Med Sci. 2020;360(1):5-34.
14. Hussain A, Noorani A, Deshpande R, Jhon L, Baghai M, Wendler O, et al. "Manejo del neumotórax en pacientes con COVID-19 ventilados mecánicamente: experiencia inicial". Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2020; 31(4): 540-543
15. Shirai T, Mitsumura T, Aoyagi K, Okamoto T, Kimura M, Gemma T, et al. COVID-19 pneumonia complicated by bilateral pneumothorax: A case report. Respir Med Case Rep. 2020;31:101230.
16. MacDuff A, Arnold A, Harvey J, Group BTS-PDG. Management of spontaneous pneumothorax: British Thoracic Society Pleural Disease Guideline 2010. Thorax. 2010;65 Suppl 2:ii18-31.
17. Flower L, Carter JL, Rosales Lopez J, Henry AM. Tension pneumothorax in a patient with COVID-19. BMJ Case Rep. 2020;13(5).
18. López ZM, López ZD, Martínez CJ, Rodríguez SA, Gutiérrez LG, López RM. Neumomediastino espontáneo en pacientes con COVID-19. Emergencias. 2020; 32(4): 298-299
19. Sun R, Liu H, Wang X. Mediastinal Emphysema, Giant Bulla, and Pneumothorax Developed during the Course of COVID-19 Pneumonia. Korean J Radiol. 2020;21(5):541-4.
20. Chen X, Zhang G, Tang Y, Peng Z, Pan H. The coronavirus diseases 2019 (COVID-19)

- pneumonia with spontaneous pneumothorax: a case report. *BMC Infect Dis.* 2020;20(1):662.
21. Mallick T, Dinesh A, Engdahl R, Sabado M. COVID-19 Complicated by Spontaneous Pneumothorax. *Cureus.* 2020;12(7):e9104.
22. Xin LMD, Ruibing LMD. Diagnosis and Treatment of Severe COVID-19 Complicated with Spontaneous Pneumothorax: A Case Report. Advanced Ultrasound in Diagnosis and Therapy. 2020;4(2):142.
23. McGuinness G, Zhan C, Rosenberg N, Azour L, Wickstrom M, Mason D, et al. High incidence of barotrauma in patients with COVID-19 infection on invasive mechanical ventilation. RSNA. 2020: 202352.
24. Gattinoni L, Chiumello D, Caironi P, Busana M, Romitti F, Brazzi L, et al. COVID-19 pneumonia: different respiratory treatments for different phenotypes? *Intensive Care Med.* 2020;46(6):1099-102.
25. Porcel JM. Pleural diseases and COVID-19: ubi fumus, ibi ignis. *Eur Respir J.* 2020; 56(5):2003308
26. Sardenberg R, Sant' Ana J, Vicente A, Pereira A, Vertozzi P, Mano R. Recurrent pneumothorax in a COVID-19 patient: A case report. *Respiratory Medicine Case Reports* 31 (2020) 101201
27. Tschopp JM, Bintcliffe O, Astoul P, Canalis E, Driesen P, Janssen J, et al. ERS task force statement: diagnosis and treatment of primary spontaneous pneumothorax. *Eur Respir J.* 2015;46(2):321-35.
28. Marsico S, Bellido L, Zuccarino F. Spontaneous Pneumothorax in COVID-19 Patients. *Arch Bronconeumol.* 2020.
29. Ferreira JG, Rapparini C, Gomes BM, Pinto LAC, Freire M. Pneumothorax as a late complication of COVID-19. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo.* 2020;62:e61.
30. Poggiali E, Vercelli A, Iannicelli T, Tinelli V, Celoni L, Magnacavallo A. COVID-19, Chronic Obstructive Pulmonary Disease and Pneumothorax: A Frightening Triad. *Eur J Case Rep Intern Med.* 2020;7(7):001742.
31. Husain LF, Hagopian L, Wayman D, Baker WE, Carmody KA. Sonographic diagnosis of pneumothorax. *J Emerg Trauma Shock.* 2012;5(1):76-81.
32. Gonzalez-Pacheco H, Gopar-Nieto R, Jimenez-Rodriguez GM, Manzur-Sandoval D, Sandoval J, Arias-Mendoza A. Bilateral spontaneous pneumothorax in SARS-CoV-2 infection: A very rare, life-threatening complication. *Am J Emerg Med.* 2020.
33. Chen N, Zhou M, Dong X, Qu J, Gong F, Han Y, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *The Lancet.* 2020;395(10223):507-13.
34. Yang F, Shi S, Zhu J, Shi J, Dai K, Chen X. Analysis of 92 deceased patients with COVID-19. *J Med Virol.* 2020.
35. Salehi S, Abedi A, Balakrishnan S, Gholamrezanezhad A. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): A Systematic Review of Imaging Findings in 919 Patients. *AJR Am J Roentgenol.* 2020;215(1):87-93.

36. Weg J, Anzueto A, Balk R, Wiedemann H, Pattishall E, Schork M, et al. The relation of pneumothorax and other air leaks to mortality in the acute respiratory distress syndrome. NEJM. 1998; 338(6): 341-346.
37. Carvalho EA, Oliveira MVB. Safety model for chest drainage in pandemic by COVID-19. Rev Col Bras Cir. 2020;47:e20202568.
38. Pieracci FM, Burlew CC, Spain D, Livingston DH, Bulger EM, Davis KA, et al. Tube thoracostomy during the COVID-19 pandemic: guidance and recommendations from the AAST Acute Care Surgery and Critical Care Committees. Trauma Surg Acute Care Open. 2020;5(1):e000498.
39. Sugimoto H, Kohama T. Chest tube with air leaks is a potential "super spreader" of COVID-19. Am J Infect Control. 2020;48(8):969.
40. Bilkhu R, Viviano A, Saftic I, Billè A. COVID-19: Chest Drains With Air Leak-The Silent Super Spreader. CTSNET Epub. 2020
41. Khurram R, Johnson FTF, Naran R, Hare S. Spontaneous tension pneumothorax and acute pulmonary emboli in a patient with COVID-19 infection. BMJ Case Rep. 2020;13(8).
42. Quincho-Lopez A, Quincho-Lopez DL, Hurtado-Medina FD. Case Report: Pneumothorax and Pneumomediastinum as Uncommon Complications of COVID-19 Pneumonia-Literature Review. Am J Trop Med Hyg. 2020;103(3):1170-6.
43. Núñez GI, Estrada V, Fernández PC, Fernández RI, Martín SF, Macaya C. Curva pandémica COVID-19, sobrecarga sanitaria y mortalidad. Emergencias. 2020; 32(4): 293-295.