

# Neumotórax espontáneo primario, revisión de la literatura

Daniel González-Hermosillo-Cornejo,\* Alejandro Díaz-Girón-Gidi,\*\* Rafael Vidal-Tamayo\*\*

## RESUMEN

El neumotórax espontáneo primario es una condición médica que ocurre en pacientes sin un evento traumático precipitante y/o sin condiciones pulmonares patológicas previas, resultando la mayor parte de las veces en la ruptura de una bula subpleural. La incidencia reportada varía entre siete y 37 de cada 100,000 habitantes/año dependiendo la población estudiada. Entre los factores de riesgo se encuentran el tabaquismo, la historia familiar de neumotórax espontáneo, algunas condiciones genéticas, el síndrome de Marfán, la homocistinuria, entre otros. La presentación clínica suele ocurrir en pacientes jóvenes que cursan con disnea y dolor pleurítico de carácter súbito debido a la acumulación de aire en el espacio pleural, pudiendo convertirse en un neumotórax a tensión en 1 a 2% de los casos. La consecuencia final es la hipoxemia severa que pone en riesgo la vida del paciente de manera inmediata. El diagnóstico del neumotórax espontáneo es clínico, apoyado en diversos estudios de imagen como la radiografía simple de tórax, el ultrasonido o la tomografía computarizada. El manejo de esta condición puede ir desde la observación en la sala de urgencias hasta la toracotomía de emergencia según sea el caso y la presentación clínica. En el presente artículo nos proponemos revisar la literatura actual para resumir los últimos hallazgos fisiopatológicos, diagnósticos y terapéuticos de esta condición.

**Palabras clave.** Neumotórax. Disnea súbita. Espontáneo. Tórax.

## ABSTRACT

Primary spontaneous pneumothorax is a medical condition that occurs in patients without an underlying precipitating traumatic cause or any previous pulmonary pathological condition; causing, most often, the rupture of a subpleural bleb. The reported incidence varies between 7 and 37 per 100,000 population per year, depending on the studied population. Among the risk factors for this condition are smoking, family history of spontaneous pneumothorax, genetic conditions, Marfan syndrome, homocystinuria, among others. The clinical presentation often occurs in young adults presenting dyspnea and pleuritic chest pain of sudden onset, due to the accumulation of air in the pleural cavity, which can convert to tension pneumothorax in 1-2% of the cases. The ultimate consequences is severe hypoxemia that can be life threatening. The diagnosis of spontaneous pneumothorax is clinical, but several imaging studies can help in its diagnosis like simple chest X-ray, ultrasound, or CT scan. The management of this condition varies between observation on the ER to emergency thoracotomy depending on each particular case and clinical presentation. The objective of the current review is to present and summarize the latest physiopathology, diagnostic and therapeutic evidence for this condition.

**Key words.** Pneumothorax. Acute dyspnea. Spontaneous. Chest.

## INTRODUCCIÓN

El neumotórax se define como la presencia patológica de aire en la cavidad pleural. Normalmente y a pesar de que las presiones pleurales se mantienen negativas a lo largo del ciclo respiratorio,<sup>1</sup> el aire inspirado no ingresa a la cavidad pleural debido a que la suma de las presiones parciales de todos los gases en la sangre capilar genera

una presión de sólo 706 mmHg (insuficiente para que esto ocurra), motivo por el que la presencia patológica de aire en la cavidad pleural se debe atribuir a uno de los siguientes eventos:<sup>2</sup>

- Comunicación entre el espacio alveolar y la pleura.
- Comunicación directa o indirecta entre la atmósfera y el espacio entre las pleuras.

\* Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Panamericana. \*\* Fundación Clínica Médica Sur.

### Correspondencia:

MPSS Daniel González-Hermosillo-Cornejo  
Clínica +MAS.

Amapolas, Núm. 99. Col. Aviación, C.P. 412304. Tlapa de Comonfort, Guerrero. Tel.: 01 (757) 476-3600.  
Correo electrónico: dr.gonzalezhermosillo@gmail.com

- Presencia de un organismo productor de gas en la cavidad pleural.

La clasificación actual<sup>3,4</sup> divide al neumotórax en espontáneo o no espontáneo (traumático), subdividiendo la primera categoría en espontáneo primario, espontáneo secundario o catamenial (asociado a la menstruación), siendo el espontáneo primario definido como aquel que ocurre en pacientes sin un evento traumático precipitante y/o sin condiciones pulmonares patológicas previas<sup>5,6</sup> (Tabla 1). La importancia del diagnóstico y tratamiento oportuno de esta patología radica en la severidad que puede llegar a presentar, ya que la acumulación de aire en el espacio pleural puede ser progresiva, con la posibilidad de convertirse en un neumotórax a tensión en 1 a 2% de los casos. La consecuencia final, en caso de carecer de diagnóstico y tratamiento oportuno por parte del personal sanitario, es la hipoxemia severa con colapso cardiorrespiratorio que pone en riesgo la vida del paciente de manera inmediata.

## OBJETIVO

El objetivo del presente artículo es brindar una revisión de la literatura actual que resuma los últimos hallazgos fisiopatológicos, diagnósticos y terapéuticos del neumotórax espontáneo primario.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó búsqueda y revisión literaria en la base de datos de PubMed utilizando las siguientes palabras: *Pneumothorax*, aunado a las siguientes palabras clave de MeSH: *anatomy, histology, classification, complications, diagnosis, epidemiology, etiology, genetics, history, mortality, physiology, physiopathology, radiography, surgery, therapy, ultrasonography,* etc.; limitando la búsqueda a los artículos escritos en inglés/español, con menos de cinco

años de publicación y enfocados a la especie humana. Posteriormente se realizó bibliografía cruzada y obtención de los artículos más relevantes para ser incluidos dentro de la revisión.

## FISIOPATOLOGÍA

El neumotórax espontáneo primario se presenta con mayor frecuencia en adultos jóvenes de complexión delgada que se encuentran en reposo, presentando predisposición por el sexo masculino 6:1.<sup>7</sup> Algunos de los factores de riesgo que se han encontrado incluyen el tabaquismo,<sup>8</sup> los cambios súbitos en la presión atmosférica a la que está sometido el paciente,<sup>9</sup> la exposición a sonidos o música de gran intensidad,<sup>10</sup> el síndrome de Marfán,<sup>11</sup> la historia familiar de neumotórax espontáneo, la deficiencia de alfa-1 antitripsina, la homocistinuria, el síndrome de Birt-Hogg-Dube,<sup>12</sup> los episodios agudos de tos<sup>13</sup> e incluso la presencia de endometriosis sistémica.<sup>14</sup>

El cuadro clínico se caracteriza por disnea, tos, polipnea y dolor pleurítico de carácter súbito sin otra causa aparente. La severidad de los síntomas suele guardar correlación con el tamaño y la rapidez con que se instala el neumotórax, por lo que en algunas ocasiones la clínica puede ser sutil, siendo necesario que el médico guarde alta sospecha ante esta patología. A la exploración del paciente se pueden encontrar los movimientos de amplexión y amplexación disminuidos en el lado afectado, hiperresonancia a la percusión, además de disminución del murmullo vesicular y/o enfisema subcutáneo. Si el neumotórax se expande de manera rápida y se convierte en un neumotórax a tensión el paciente suele cursar además con compromiso hemodinámico (cianosis, diaforesis, taquicardia, distensión yugular, hipotensión, etc.). La hipoxemia es común por el mecanismo de cortocircuito (áreas mal ventiladas y bien perfundidas en el pulmón afectado), la hipercapnia es poco frecuente debido a compensación del pulmón contralateral. Se puede agregar alcalosis

**Tabla 1.** Clasificación clínica del neumotórax.

<p>Espontáneo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primario: aquel que ocurre en pacientes sin un evento traumático precipitante y/o sin condiciones pulmonares patológicas previas.</li> <li>• Secundario: con enfermedad de base conocida (ej. fibrosis quística, EPOC, etc.)</li> <li>• Catamenial: en relación con los ciclos menstruales.</li> </ul> <p>Traumático:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Iatrogénico: secundario a un procedimiento médico.</li> <li>• No iatrogénico: secundario a trauma contuso o penetrante al tórax.</li> </ul>
--

respiratoria como trastorno ácido-básico secundario a dolor o ansiedad.

La fisiopatología del neumotórax espontáneo primario es poco clara, la mayor parte de los autores concuerdan en que se debe a la ruptura de una bula subpleural;<sup>15,16</sup> sin embargo, se han propuesto otras hipótesis que intentan explicar la etiología del cuadro.<sup>17,18</sup> A pesar de que la definición de neumotórax primario espontáneo excluye procesos patológicos subyacentes, estudios recientes han demostrado cambios patológicos similares a los que ocurren en el enfisema pulmonar, caracterizados por la aparición de bulas de predominio apical, siendo el tabaquismo el factor más fuertemente asociado.<sup>19</sup> El desenlace final de los factores predisponentes, aunado a los desencadenantes anteriormente descritos, determina que haya ruptura del parénquima con salida de aire y sustancias irritantes (infiltrado eosinofílico inflamatorio) al espacio intrapleural, lo que provoca dolor,<sup>20</sup> colapso del parénquima pulmonar subyacente y acumulación de aire que reduce paulatinamente la capacidad vital pulmonar, e incrementa el gradiente alveolo-arterial de  $O_2$ , resultando en hipoxemia y disminución en el índice de ventilación-perfusión de manera progresiva,<sup>21</sup> que en algunos casos resulta letal.

## DIAGNÓSTICO

El diagnóstico del neumotórax primario espontáneo es clínico apoyado en el uso de estudios de imagen cuando es posible. Las radiografías PA de tórax (tele de tórax) y lateral con el paciente de pie pueden confirmar el diagnóstico en un paciente que se presenta con la sintomatología clásica, siendo los hallazgos más comunes por este método de imagen:

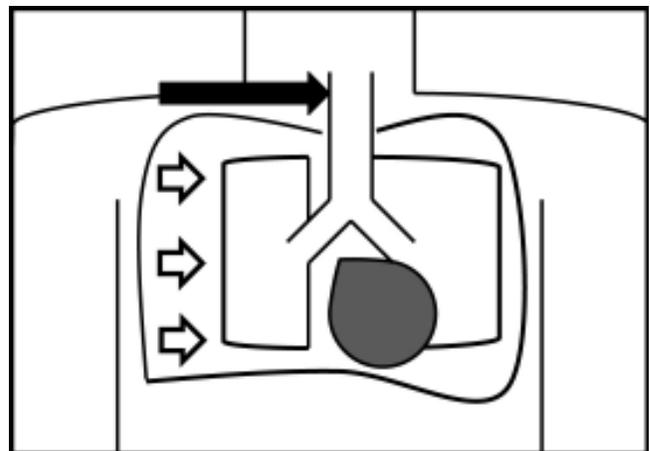
- Ausencia de una zona de parénquima pulmonar entre la caja torácica y la pleura visceral.
- Desviación del mediastino (y sus contenidos) al lado contralateral,<sup>22</sup> pudiendo aparecer otros signos menos característicos como el signo del surco profundo, aplanamiento del hemidiafragma ipsilateral, etc. (Figura. 1).

Se prefiere la Rx de tórax con el paciente de pie, ya que diversos estudios han encontrado un aumento en la sensibilidad y especificidad al compararla con la radiografía en decúbito; sin embargo, y en términos globales, la radiografía de tórax ha demostrado tener una baja sensibilidad como método diagnóstico.<sup>23</sup> Kirkpatrick, *et al.* evaluaron la utilidad de una radiografía portátil AP de tórax con el paciente en posición supina contra el estudio diagnós-

tico considerado el estándar de oro en la actualidad (tomografía axial computarizada, TAC),<sup>24</sup> encontrando una sensibilidad de tan sólo 20.09% para la radiografía simple de tórax con el paciente en decúbito. Las ventajas que presenta la radiografía como método diagnóstico son la disponibilidad, el costo, la rapidez y la fácil interpretación de la misma, siendo sus principales desventajas la exposición a radiación ionizante y su baja sensibilidad.

La TAC es actualmente el estudio considerado el estándar de oro para el diagnóstico del neumotórax espontáneo primario y presenta sensibilidad/especificidad cercanas a 100%. Resulta particularmente útil cuando el tamaño del neumotórax es menor a 15% del hemitórax afectado, además de que brinda información más detallada para el tipo de abordaje terapéutico posterior (número y localización de bulas ipsilaterales/contralaterales o enfermedades pulmonares subyacentes).<sup>25</sup> Con el uso de la TAC se pueden observar cambios pulmonares en más de 90% de los pacientes que cursan con neumotórax primario espontáneo, siendo los hallazgos más frecuentemente encontrados por orden de frecuencia los siguientes:

- Pocas bulas (menos de cinco) de tamaño pequeño (menor de 2 cm cada una).
- Pocas bulas, de tamaños variables (menores y/o mayores de 2 cm cada una).
- Bula única (de tamaño variable) sólo en 20% de los casos.



**Figura 1.** Hallazgos típicos de un neumotórax en la radiografía de tórax, desviación del mediastino y sus contenidos al lado contralateral y acúmulo de aire entre las pleuras parietal y visceral, lo que provoca visualización de una zona intratorácica sin parénquima pulmonar en el lado afectado.

La TAC también ha mostrado utilidad para diagnosticar a pacientes con neumotórax espontáneo primario en riesgo de presentar enfermedad contralateral, lo que permite la prevención quirúrgica en casos selectos (Mitlehner, *et al.*).<sup>26</sup> Las desventajas de este abordaje incluyen el costo, la exposición a radiación ionizante, el tiempo que toma su realización y la poca disponibilidad en algunos centros hospitalarios.

El ultrasonido transtorácico es un estudio que permite visualizar las características de la pleura, pero no del parénquima pulmonar. La ultrasonografía transtorácica se usó por primera vez para el diagnóstico de neumotórax en humanos en 1987;<sup>27</sup> sin embargo, tras su estudio y aplicación a través de los últimos años, se han encontrado hallazgos característicos que demuestran integridad pleural y excluyen la presencia del neumotórax, como los artefactos en cola de cometa o el signo de la línea A<sup>28-30</sup> que lo convierten en una herramienta útil al momento de valorar a un paciente con sospecha de neumotórax espontáneo, con las ventajas de que presenta fácil acceso, bajo costo y el hecho de no exponer al paciente a radiación ionizante, pero con la gran desventaja de ser operador-dependiente, lo que hace que la eficacia reportada varíe ampliamente entre los estudios actuales.<sup>31</sup> Las sensibilidad y especificidad reportadas para este abordaje diagnóstico varían entre 60-100% y 95-100%, respectivamente, por lo que diversos autores concluyen que es un estudio útil para descartar, pero no para confirmar la presencia del neumotórax espontáneo primario (por su alto valor predictivo negativo). Situaciones que modifican la eficacia del USG son: enfisema subcutáneo, adherencias pleurales, calcificaciones pleurales o lesiones cutáneas, entre otras.<sup>32</sup>

El médico deberá tener en cuenta las características clínicas y la presentación particular de cada caso para elegir el estudio de imagen más adecuado acorde con el contexto de cada paciente. En la tabla 2 se pueden observar las ventajas y desventajas de los principales estudios diagnósticos.

## TRATAMIENTO

El tipo de manejo que requiere esta patología depende de la sintomatología de cada paciente y de las características propias del neumotórax. El tratamiento puede ir desde la simple observación, la aspiración, la inserción de un drenaje torácico intercostal o la cirugía. La rapidez con la que se debe instaurar el tratamiento varía de igual manera pudiendo ir desde el alta temprana del paciente con seguimiento ambulatorio hasta la descompresión inmediata con aguja o la inserción de un tubo pleural dependiendo de la presentación clínica de cada caso. El tratamiento depende también de los recursos disponibles en cada centro hospitalario y el nivel de especialización del médico tratante (médicos especialistas como los cirujanos torácicos suelen realizar la toracoscopia mínimamente invasiva con un puerto o dos puertos como primera opción terapéutica).<sup>33</sup>

El tratamiento del neumotórax incluye cinco principios (Figura 2):

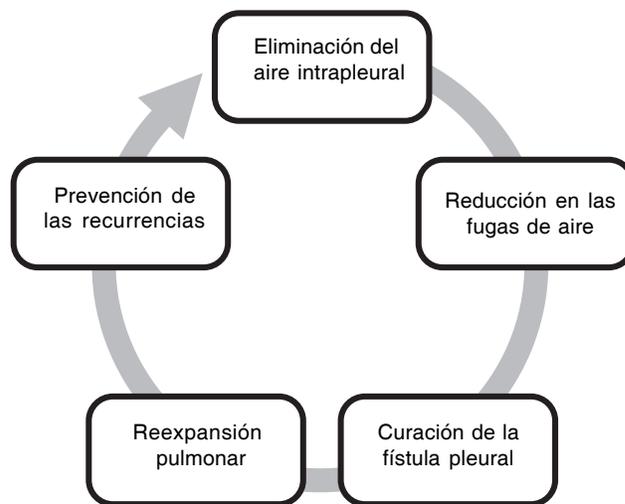


Figura 2. Manejo integral del neumotórax espontáneo primario.

Tabla 2. Comparación de distintos estudios diagnósticos.

Estudio	Ventajas	Desventajas
Rx de tórax	Fácil acceso, rapidez, fácil interpretación, bajo costo	Baja sensibilidad, radiación ionizante
Tomografía axial computarizada	Alta sensibilidad y especificidad, <i>gold standard</i>	Tiempo, disponibilidad, costo, radiación ionizante
Ultrasonografía transtorácica	Fácil acceso, rapidez, bajo costo, sin radiación ionizante, buena especificidad y valor predictivo negativo	Operador-dependiente, sensibilidad varía entre estudios.

- La eliminación del aire.
- La reducción de las fugas de aire.
- La curación de la fístula pleural.
- La promoción de la reexpansión pulmonar.
- La prevención de las recurrencias.

Sin embargo, el tratamiento de las enfermedades subyacentes y un manejo adecuado de las complicaciones también resulta prioritario. Si los pacientes no reciben tratamiento integral y oportuno pueden llegar a presentar insuficiencia respiratoria y colapso cardiorrespiratorio, por lo tanto, el mantenimiento de la función respiratoria es el primer paso del tratamiento.<sup>34</sup> Como en cualquier situación de emergencia se comienza el tratamiento con las medidas ABC (vía aérea, respiración, circulación), historia clínica dirigida y exploración física complementaria, una vez realizado el diagnóstico de neumotórax espontáneo primario la eliminación del aire mediante aspiración con aguja y drenaje con catéter es el primer punto y el más importante del tratamiento del neumotórax. La British Thoracic Society recomienda el uso de una aguja (14 ~ 16 G) para la punción, reportando eficacias similares a las obtenidas con el uso de calibres mayores o inclusive drenajes torácicos. El uso de un drenaje torácico de pequeño calibre debe ser considerado el tratamiento de elección para el manejo agudo de esta patología, especialmente indicado en los pacientes con sospecha de enfermedades pulmonares preexistentes. En neumotórax pequeños, no progresivos, con nula sintomatología la observación estrecha es una conducta adecuada.

Una vez comprobada la reexpansión del pulmón con una radiografía de tórax, y en ausencia de fuga aérea, se procede a retirar el drenaje y se da de alta al paciente. Los pacientes con reexpansión pulmonar completa y fuga aérea mantenida deben conectarse a un sistema unidireccional tipo sello de agua o valvular, con lo que en la mayoría de los casos se consigue la resolución del neumotórax con una media de drenaje de 48 h.<sup>35</sup> Los sistemas valvulares permiten el tratamiento ambulatorio en pacientes colaboradores y con domicilio cercano al centro hospitalario. No hay evidencia de que el uso precoz de la aspiración conectada al sistema de drenaje pleural acelere la resolución del neumotórax.<sup>36</sup>

El tubo torácico (o drenaje intercostal) es considerado el tratamiento que presenta mayor índice de éxito, para el procedimiento una sonda torácica se inserta bajo anestesia local en una zona bajo la axila denominada el triángulo de seguridad, donde la probabilidad de daño orgánico disminuye considerablemente. Por lo general, hay dos tipos de tubos utilizados. En el neumotórax espontáneo

primario se aconseja utilizar tubos con diámetros pequeños de 14 F o 4.7 mm de diámetro (tubos más grandes a los señalados no han mostrado una ventaja significativa). Los tubos torácicos están indicados en pacientes que no han respondido a la aspiración con aguja, en neumotórax grandes (> 50% del hemitórax ipsilateral), y en los casos de neumotórax a tensión. El tubo pleural puede ir conectado a un sello de agua o una válvula de Heimlich. Hay que tener en cuenta que no está recomendado conectarlos a un circuito de presión negativa, debido al riesgo de rápida reexpansión y edema pulmonar.

Si el pulmón se encuentra reexpandido, en ausencia de fuga aérea y escaso drenaje de líquido pleural ( $\leq 100$  mL por día), se puede retirar la sonda previa radiografía de tórax. Si existe reexpansión incompleta del pulmón y/o persiste la fuga aérea se procede a conectar la sonda a un sistema de presión negativa, con presiones de -10 a -20 cm de H<sub>2</sub>O (presión normal intrapleural -3.4 a -8 cm de H<sub>2</sub>O), removiendo así el aire intrapleural a una velocidad mayor que la generada por la brecha en la pleura visceral, facilitando así la cicatrización por aposición de ambas capa pleurales. Presiones negativas mayores que succionan volúmenes de aire más grandes pueden conducir a:

- Secuestro de aire.
- Hipoxemia y/o
- Perpetuación de la fuga aérea.

Pacientes con grandes colapsos pulmonares de más de 72 h de evolución pueden presentar edema de reexpansión pulmonar, con insuficiencia respiratoria e inestabilidad hemodinámica de carácter grave. Si después de siete días persiste la fuga aérea o es incompleta la reexpansión, se recomienda utilizar un procedimiento invasivo definitivo como la pleurodesis.<sup>37-39</sup>

La pleurodesis se considera el tratamiento definitivo, ya que es un procedimiento que destruye permanentemente el espacio pleural y genera la adherencia del pulmón a la pared torácica. La toracotomía quirúrgica con identificación de cualquier fuente de fuga de aire, el engrapado seguido por pleurectomía la capa exterior y la abrasión pleural se considera el procedimiento más eficaz. Durante el proceso de curación, el pulmón se adhiere a la pared del tórax, borrando efectivamente el espacio pleural. Las tasas de recurrencia tras el procedimiento son de aproximadamente 1%, siendo el dolor postoracotomía la complicación más frecuentemente encontrada.

Un enfoque menos invasivo es la toracoscopia, por lo general en la forma de un procedimiento llamado cirugía toracoscópica videoasistida (VATS). La VATS tiene menor

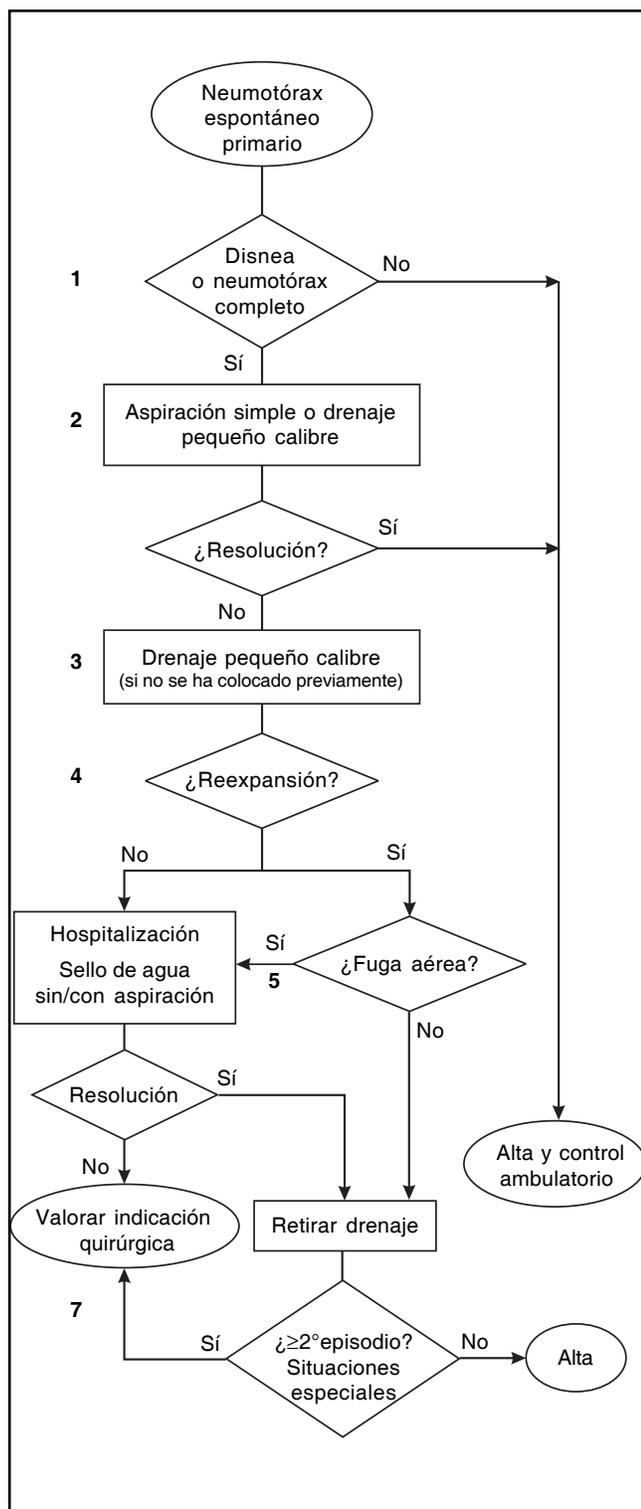


Figura 3. Algoritmo terapéutico del neumotórax espontáneo primario.

eficacia que la toracotomía; sin embargo, genera menores cicatrices cutáneas y menor dolor postoperatorio. La VATS ofrece además disminución en los días de estancia hospitalaria, menor manejo analgésico en el postoperatorio y menor riesgo de complicaciones pulmonares después de la cirugía.

La VATS también puede ser utilizada para lograr pleurodesis química; lo que implica la insuflación de talco en el espacio pleural. La insuflación de talco induce una inflamación de las superficies pleurales, logrando así cicatrización entre las mismas. Si un tubo torácico ya está en su lugar, diversos agentes pueden ser infundidos a través del tubo para lograr pleurodesis química, tal como talco, tetraciclina, minociclina o doxiciclina. Los resultados de la pleurodesis química tienden a ser los menos efectivos comparados con los métodos quirúrgicos.<sup>40-44</sup> En la figura 3 se muestra un algoritmo para el tratamiento del neumotórax espontáneo primario.

### CONCLUSIONES

El neumotórax espontáneo primario sigue siendo una entidad poco conocida por el personal médico, los clínicos deben de guardar alta sospecha diagnóstica ante pacientes que se presentan con el cuadro clínico o con factores de riesgo asociados a esta patología. Actualmente además de la clínica se cuenta con estudios complementarios que presentan altas tasas de sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de esta patología. Se deberá buscar capacitación para el uso del ultrasonido como herramienta diagnóstica en centros que no cuenten con la disponibilidad de TAC, ya que se ha demostrado que se pueden lograr eficacias similares al estudio *gold standard* con el entrenamiento adecuado, siendo además menos costoso y menos dañino para el paciente.

El abordaje terapéutico dependerá del caso en concreto y de la presentación clínica de cada paciente, ante situaciones que pongan en riesgo la vida como la conversión del neumotórax simple al neumotórax a tensión o ante deterioro hemodinámico rápido se debe realizar la punción por aspiración con catéter 14-16 G de manera inmediata, con vigilancia estrecha de las constantes vitales. El abordaje inicial incluye el ABC, la historia clínica dirigida y la exploración minuciosa de la región torácica, si se dispone del Servicio de Cirugía o Cirugía Torácica deben ser interconsultados tempranamente para la valoración y colocación de tubo de drenaje pleural de manera oportuna.

Los procedimientos definitivos (pleurodesis y cirugía) son territorio del cirujano de tórax que de acuerdo con su

experiencia y a la disponibilidad de recursos realizará el tratamiento acorde con el caso. El desarrollo de la técnica mínimamente invasiva VATS ha cambiado las indicaciones y condiciones terapéuticas en los últimos años. Con base en la evidencia actual es clara la necesidad de más ensayos clínicos controlados aleatorizados para emitir recomendaciones terapéuticas claras aplicables a nuestro medio. Se requiere de información estadística actual para determinar la prevalencia de esta patología en nuestro país.

## REFERENCIAS

- Jantz MA, Anthony VB. Pathophysiology of the pleura. *Respiration* 2008; 75: 121-33.
- Noppen M. Spontaneous pneumothorax: epidemiology, pathophysiology and cause. *Eur Respir Rev* 2010; 19: 117, 217-9.
- Noppen M, Schramel F. Pneumothorax. *Eur Respir Mon* 2002; 22: 279-96.
- Baumann MH, Noppen M. Pneumothorax. *Respirology* 2004; 9: 157-64.
- Sahn SA, Heffner JE. Spontaneous pneumothorax. *N Engl J Med* 2000; 342(12): 868.
- Gobbel WG Jr, Rhea WG Jr, Nelson IA, Daniel RA Jr. Spontaneous pneumothorax. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1963; 46: 331.
- Melton LJ, Hepper NGG, Offord KP. Incidence of spontaneous pneumothorax in Olmsted County, Minnesota: 1050-74. *Am Rev Respir Dis* 1979; 120: 1379-82.
- Bense L, Eklund G, Wilman LG. Smoking and the increased risk of contracting spontaneous pneumothorax. *Chest* 1987; 92: 1009-12.
- Alifano M, Forti Parri SN, Bonfanti B, et al. Atmospheric pressure influences the risk of pneumothorax: beware of the storm! *Chest* 2007; 131: 1877-82.
- Noppen M, Verbanck S, Harvey J, et al. Music: a new cause of primary spontaneous pneumothorax. *Thorax* 2004; 59: 722-4.
- Kathryn Dyhdalo, Carol Farver. Pulmonary Histologic Changes in Marfan Syndrome. A Case Series and Literature Review. *Am J Clin Pathol* 2011; 136: 857-63.
- Mitsuko Furuya, Yukio Nakatani. Birt-Hogg-Dubé syndrome: clinico-pathological features of the lung. *J Clin Pathol* 2013; 66: 178-86.
- Halil Beydilli, Nes̄at Cullu, Serdar Kalemci, Mehmet Deveer, Serhat Ozer. A case of primary spontaneous pneumothorax, pneumomediastinum and subcutaneous emphysema following cough. *Tuberk Toraks* 2013; 61(2): 164-5.
- Athwal P, Patel K, Hassani C, Bahadori S, Nardi P. A Case of Multisystem Endometriosis. *Radiology Case* 2013; 7(10): 1-6.
- Bense L, Wiman LG, Hedenstierna G. Onset of symptoms in spontaneous pneumothorax: correlations to physical activity. *Eur J Respir Dis* 1987; 71(3): 181.
- Light RW. Management of spontaneous pneumothorax. *Am Rev Respir Dis* 1993; 148: 245-8.
- Noppen M. Con: blebs are not the cause of primary spontaneous pneumothorax. *J Bronchol* 2002; 9: 319-25.
- Grundya S, Bentley A, Tschopp J-M. Primary Spontaneous Pneumothorax: A Diffuse Disease of the Pleura. *Respiration* 2012; 83: 185-9.
- Humphries Roger L, Young JW. Spontaneous and iatrogenic pneumothorax. In: Tintinalli JE, Stapczynski JS, Cline DM, et al. (ed.). *Tintinalli's emergency medicine: a comprehensive study guide*. 7th ed. New York (NY): McGraw-Hill Medical; 2010: 471-4.
- Yazkan R, Han S. Pathophysiology, clinical evaluation and treatment options of spontaneous pneumothorax. *Tuberk Toraks* 2010; 58(3): 334-43.
- Shen KR, Cerfolio RJ. Decision making in the management of secondary spontaneous pneumothorax in patients with severe emphysema. *Thorac Surg Clin* 2009; 19(2): 233-8.
- Graeme P Currie, Ratna Alluri, Gordon L Christie, Joe S Legge. Pneumothorax: an update. *Postgrad Med J* 2007; 83: 461-5.
- Ball CG, Kirkpatrick AW, Laupland KB, et al. Factors related to the failure of radiographic recognition of occult posttraumatic pneumothoraces. *Am J Surg* 2005; 189(5): 541-6.
- Kirkpatrick AW, Sirois M, Laupland KB, et al. Hand-held thoracic sonography for detecting posttraumatic pneumothoraces: the Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma (EFAST). *J Trauma* 2004; 57(2): 288-95.
- Shi-ping LUH. Diagnosis and treatment of primary spontaneous pneumothorax. *J Zhejiang Univ-Sci B (Biomed & Biotechnol)* 2010; 11(10): 735-44.
- Mittlehner W, Friedrich M, Dissmann W. Value of computer tomography in the detection of bullae, blebs in patients with primary spontaneous pneumothorax. *Respiration* 1992; 59(4): 221-7.
- Wernecke K, Galanski M, Peters PE, Hansen J. Pneumothorax: evaluation by ultrasound-preliminary results. *J Thorac Imaging* 1987; 2(2): 76-8.
- Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, Gepner A. The "lung point": an ultrasound sign specific to pneumothorax. *Intensive Care Med* 2000; 26(10): 1434-40.
- Lichtenstein DA, Menu Y. A bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill. Lung sliding. *Chest* 1995; 108(5): 1345-48.
- Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, Gepner A. The comet-tail artifact: an ultrasound sign ruling out pneumothorax. *Intensive Care Med* 1999; 25(4): 383-8.
- Wu Ding, Yuehong Shen, Jianxin Yang, Xiaojun He, Mao Zhang. Diagnosis of Pneumothorax by Radiography and Ultrasonography. *Chest* 2011; 140(4): 859-66.
- Slater A, Goodwin M, Anderson KE, Gleeson FV. COPD can mimic the appearance of pneumothorax on thoracic ultrasound. *Chest* 2006; 129(3): 545-50.
- Baumann M, Strange C, Heffner J, Light R, Kirby T, Klein J, et al. Management of spontaneous pneumothorax: an American College of Chest Physicians Delphi Consensus Statement. *Chest* 2011; 119: 590-602.
- Henry M, Arnold T, Harvey J. BTS guidelines for the management of spontaneous pneumothorax. *Thorax* 2003; 58(Suppl. 2): ii39-52.
- Aguinagalde B, Zabaleta J, Fuentes M, et al. Percutaneous aspiration versus tube drainage for spontaneous pneumothorax: systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg* 2010; 37: 1129.
- Lai SM, Tee AK. Outpatient treatment of primary spontaneous pneumothorax using a small-bore chest drain with a Heimlich valve: the experience of a Singapore emergency department. *Eur J Emerg Med* 2012; 19: 400-4.
- Chen JS, Hsu HH, Kuo SW, et al. Management of recurrent primary spontaneous pneumothorax after thoracoscopic surgery: should observation, drainage, redo thoracoscopy, or thoracotomy be used? *Surg Endosc* 2009; 23: 2438-44.

38. Repanshek ZD, Ufberg JW, Vilke GM, et al. Alternative treatments of pneumothorax. *J Emerg Med* 2013; 44: 457-66.
39. MacDuff A, Arnold A, Harvey J, et al. Management of spontaneous pneumothorax: British Thoracic Society Pleural Disease Guideline 2010. *Thorax* 2010; 65(Suppl. 2): ii18-31.
40. Cardillo G, Carleo F, Giunti R, et al. Videothoroscopic talc poudrage in primary spontaneous pneumothorax: a single-institution experience in 861 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006; 131: 322-8.
41. Chan JW, Ko FW, Ng CK, et al. Management and prevention of spontaneous pneumothorax using pleurodesis in Hong Kong. *Int J Tuberc Lung Dis* 2011; 15: 385-90.
42. Freixinet JL, Canalís E, Juliá G, et al. Axillary thoracotomy versus videothoracoscopy for the treatment of primary spontaneous pneumothorax. *Ann Thorac Surg* 2004; 78: 417-20.
43. Moreno-Merino S, Congregado M, Gallardo G, et al. Comparative study of talc poudrage versus pleural abrasion for the treatment of primary spontaneous pneumothorax. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2012; 15: 81-5.
44. Muramatsu T, Shimamura M, Furuichi M, et al. Cause and management of recurrent primary spontaneous pneumothorax after thoracoscopic stapler blebectomy. *Asian J Surg* 2011; 34: 69-73.