

TRABAJO FIN DE GRADO MEDICINA

CURSO 2016-2017



Universidad Zaragoza

NEUMOTÓRAX ESPONTÁNEO *Revisión bibliográfica*

SPONTANEOUS PNEUMOTHORAX *Bibliographic Review*

AUTOR/A : YASMINA SAKER DIFFALAH

TUTOR/A : JAVIER DEUS FOMBELLIDA

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	Pág. 3
2. INTRODUCCIÓN	Pág. 4
3. CLASIFICACIÓN DE NEUMOTÓRAX	Págs. 4 - 7
3.1. Neumotórax espontáneo primario	Pág.5
3.1.1. Fisiopatología.....	Pág.5
3.1.2. Factores de riesgo.....	Págs. 5 - 6
3.2. Neumotórax espontáneo secundario.....	Pág.6
3.2.1. Fisiopatología.....	Págs. 6-7
4. CLÍNICA	Pág. 7
5. EXPLORACIÓN FÍSICA.....	Pág. 8
6. PRUEBAS COMPLEMENTARIAS.....	Pág. 8
7. DIAGNÓSTICO	Págs. 8 - 10
7.1. Radiografía simple de tórax	Págs. 8 - 9
7.2. Tomografía computarizada.....	Pág. 9
7.3. Cuantificación del tamaño de neumotórax.....	Págs. 9-10
8. MATERIAL Y MÉTODO.....	Pág. 10
9. RESULTADOS	Págs. 10 - 18
9.1. Tratamiento.....	Págs. 10 - 15
9.2. Recidivas.....	Págs. 16 - 17
9.3. Complicaciones.....	Págs. 17 - 18
10. CONCLUSIONES	Pág. 19
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	Págs. 20 - 22

RESUMEN

El neumotórax espontáneo se define como la presencia patológica de aire en la cavidad pleural. El neumotórax espontáneo primario incide preferentemente en varones jóvenes y está asociado con el tabaquismo, mientras que el neumotórax espontáneo secundario, afecta a pacientes de mayor edad con patología pulmonar de base. La presentación clínica cursa 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.

El diagnóstico del neumotórax espontáneo es clínico, confirmándose en diversos estudios de imagen como la radiografía simple de tórax o la tomografía computarizada. El objetivo del tratamiento del neumotórax espontáneo es conseguir la reexpansión pulmonar y la prevención de las recurrencias. Las opciones terapéuticas pueden ir desde la observación hasta la intervención quirúrgica. El tratamiento definitivo se realiza mediante cirugía. Las principales técnicas quirúrgicas son la toracotomía y la cirugía videotoracoscópica. En pacientes no susceptibles de cirugía, realizaremos pleurodesis.

El objetivo del presente artículo es brindar una revisión bibliográfica de la literatura actual, que resuma los últimos hallazgos fisiopatológicos, diagnósticos y terapéuticos del neumotórax espontáneo, así como los diferentes tratamientos aplicados a esta patología.

Palabras clave : Neumotórax . Espontáneo . Disnea. Cirugía.

ABSTRACT

Spontaneous pneumothorax is defined as the pathological presence of air in the pleural cavity. Primary spontaneous pneumothorax predominantly affects young males and is associated with smoking, while secondary spontaneous pneumothorax affects older patients with underlying lung disease. The clinical presentation presents with dyspnea and pleuritic pain of sudden character, due to the accumulation of air in the pleural space, being able to become a tension pneumothorax in 1 to 2% of the cases.

The diagnosis of spontaneous pneumothorax is clinical, being confirmed in several imaging studies such as simple chest x-ray or computed tomography. The aim of the treatment of spontaneous pneumothorax is to achieve pulmonary reexpansion and prevention of recurrences. Therapeutic options can range from observation to surgery. The definitive treatment is done by surgery. The main surgical techniques are thoracotomy and videothoracoscopic surgery. In patients not amenable to surgery, we will perform pleurodesis.

The objective of the present article is to provide a bibliographical review of the current literature, summarizing the last pathophysiological, diagnostic and therapeutic findings of spontaneous pneumothorax, as well as the different treatments applied to this pathology.

Key words. Pneumothorax. Spontaneous. Dyspnea. Surgery.

1. INTRODUCCIÓN

El **neumotórax espontáneo** (NE) es un problema de salud significativo y representa del 2,5 al 7% de las patologías pulmonares. El término "**neumotórax**" fue introducido por primera vez por Itard y Laennec en 1803 y 1819 respectivamente, y se define como la presencia patológica de aire en la cavidad pleural entre las pleuras visceral y parietal, ocasionando como consecuencia un colapso del parénquima pulmonar, con la correspondiente repercusión en la mecánica respiratoria y en la situación hemodinámica del paciente.^(1,2,3)

La presión intrapleural es subatmosférica durante todo el ciclo respiratorio, y es el resultado de las fuerzas elásticas opuestas del pulmón y de la pared torácica. La presión intraalveolar es relativamente positiva en relación con la intrapleural, ayudando a mantener el pulmón en expansión durante la respiración.

La entrada incidental de aire en el espacio pleural provoca una pérdida de la presión negativa intrapleural y el pulmón tiende a colapsarse por su propia fuerza retráctil, hasta llegar a un nuevo punto de equilibrio entre la presión intrapleural y la presión intraalveolar. Si la cantidad de aire es importante, la presión pleural se aproxima a la atmosférica, lo que puede causar un colapso de todo el parénquima pulmonar. El grado de repercusión funcional depende del tamaño del colapso y de la reserva funcional previa del paciente.^(5,7,8)

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 y presión intrapleural puede ser progresiva y convertirse en positiva en todo el ciclo respiratorio, con la posibilidad de convertirse en un neumotórax a tensión en 1 a 2% de los casos, produciendo un compromiso respiratorio y/o hemodinámico de urgencia vital.

2. CLASIFICACIÓN

A propuesta de Noppen^(3,4), la clasificación actual según la etiología divide al neumotórax en: **espontáneo** y **adquirido**. El neumotórax espontáneo se divide a su vez en: **primario**, **secundario** o **catamenial** (Tabla 1.)

Tabla 1. Clasificación etiológica de los neumotórax

Neumotórax Espontáneos	
	• Primario o idiopático (sin alteración pulmonar clínica aparente)
	• Secundario (con alteración pulmonar clínica)
	• Catamenial
Neumotórax Adquiridos	
	• Traumático
	• Iatrogénico
	• Neumotórax por barotrauma
Neumotórax a tensión	

2.1 Neumotórax espontáneo primario o idiopático (NEP)

El **neumotórax espontáneo primario ó idiopático (NEP)** es el más frecuente de todos y constituye un problema socioeconómico importante , tanto por su incidencia como por su tendencia a recidivar. Definimos como **neumotórax espontáneo primario** aquella condición médica que ocurre en ausencia de traumatismo torácico precipitante o sin condiciones pulmonares patológicas previas.

2.1.1. Fisiopatología

La presencia de bullas subpleurales apicales (“blebs”) , cuya rotura ocasiona la salida de aire desde el pulmón hacia la cavidad pleural , es la causa más frecuente de neumotórax espontáneo primario.^(5,6)

Los mecanismos fisiopatológicos continúan siendo desconocidos. La mayor parte de los autores coinciden en que se debe a la ruptura de una bulla subpleural , sin embargo , el mecanismo de formación de “blebs” y los factores que precipitan su rotura no son bien conocidos y se han propuesto diversas hipótesis etiológicas que explicarían el mecanismo responsable del cuadro. ^(7,11) Como posible teoría , a pesar de que la definición de neumotórax primario espontáneo excluye procesos patológicos subyacentes , estudios recientes han demostrado el desarrollo de cambios estructurales patológicos en el parenquima pulmonar , similares a los que ocurren en el enfisema pulmonar, denominados “emphysema-like changes” (cambios enfisematoides) que se caracterizan por la aparición de bullas de predominio apical , detectándose en el 81 % de las tomografías computarizadas (TC) en un estudio de adultos varones con NEP , siendo el tabaquismo el factor más fuertemente asociado a dichos cambios. A pesar de la evidencia de cambios enfisematoides , algunos autores afirman que no es la única causa , pudiendo ser el NEP resultado de varios factores asociados. ^(8,9)

2.1.2. Factores de riesgo

Los **factores de riesgo** establecidos de neumotórax espontáneo primario (NEP) incluyen :

a) **Sexo masculino** . En España , la incidencia en personas menores de 40 años oscila entre 7,4 y 28 casos por 100.000 habitantes/año en varones y de 1,2 a 10 casos por 100.000 habitantes/año en mujeres . Así , la relación de su incidencia entre el sexo masculino y femenino oscila entre 4:1 y 6,2:1 respectivamente , presentando predisposición por el sexo masculino.

b) La **edad** . Se presenta con mayor frecuencia en adultos jóvenes con biotipo morfológico de carácter leptosomático, es decir , individuos altos y delgados , con un pico de incidencia entre los 20 – 40 años. El neumotórax provocado por la rotura de bullas de aire es más probable que ocurra en personas entre 20 y 40 años de edad, sobre todo si es un hombre muy alto y de bajo peso.

c) El consumo de **tabaco** , es otro factor importante de desarrollo como consecuencia de la existencia de bronquiolitis respiratoria , que se detecta en el 88% de los fumadores con neumotórax espontáneo primario.

En varones fumadores de más de 20 cigarrillos/día se observa un riesgo del 12,3% frente al 0,1% en los no fumadores ⁽¹²⁾; esta incidencia mantiene una relación dosis - respuesta notable entre el número de cigarrillos fumados al día y riesgo de neumotórax , con lo que el riesgo aumenta con el tiempo y el número de cigarrillos fumados , tanto en hombres como en mujeres , tal y como reflejan Bense et al ⁽⁶⁾ , observando que el hábito de fumar incrementaba el riesgo relativo de neumotórax espontáneo en hasta 22 veces en varones y hasta en 9 veces en mujeres en comparación con los no fumadores.

d) Otro factor de riesgo que puede influir en la presencia de NEP es la **historia familiar**. Ciertos tipos de neumotórax parecen darse en varios miembros de la misma familia o bien estar asociados a una inflamación de las vías aéreas distales debido a una predisposición genética , siguiendo así un patrón de herencia familiar que , aunque infrecuente , pueden influir.

2.2. Neumotórax espontáneo secundario (NES)

El **neumotórax espontáneo secundario** (NES) se produce en pacientes con patología pulmonar previa , por tanto , es característico en personas de mayor edad , presentándose el pico de máxima incidencia de NES en personas mayores de 55 años (excepto en los casos de fibrosis quística) y con una predisposición por el sexo masculino , siendo la relación de hombres y mujeres 3,2:1 respectivamente ⁽¹⁷⁾.

2.2.1. Fisiopatología

La fisiopatología del NES es multifactorial , el aire se introduce en la cavidad pleural tras una rotura alveolar (como resultado de una necrosis pulmonar periférica) o dependiendo del mecanismo propio de cada enfermedad de base.

El daño pulmonar previo puede ser causado por numerosas patologías de base :

- a) La **enfermedad pulmonar obstructiva crónica** (EPOC) es la enfermedad pulmonar más común que causa neumotórax secundario, que representa alrededor del 57 % de casos.^(13,14) El riesgo de neumotórax parece aumentar con el empeoramiento de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica ; en estos pacientes el neumotórax se debe a la rotura de bullas intrapulmonares y , dado que su reserva funcional es ya muy limitada, la repercusión clínica puede ser muy grave. Alrededor del 30 % de los pacientes con neumotórax secundario tiene un volumen espiratorio forzado en el primer segundo inferior a 1 litro.⁽¹⁰⁾ Por ello, es importante descartar la presencia de neumotórax en todos los pacientes con EPOC agudizada.

- b) Del 2 al 4% de pacientes con **SIDA** pueden desarrollar neumotórax espontáneo secundario. La neumonía por *Pneumocystis jiroveci* , previamente conocido como *Pneumocystis carinii* , es la etiología más probable en estos pacientes, aunque se ha sugerido que el uso de pentamidina nebulizada para la profilaxis de esta infección es un factor de riesgo independiente para la aparición de neumotórax. En cualquier caso, la aparición de neumotórax en pacientes con SIDA suele considerarse indicación para iniciar tratamiento frente a la infección por *P. carinii*. En estos pacientes existe una mayor incidencia de neumotórax bilateral , de neumotórax recurrente y de fuga aérea prolongada.^(7,8,9)
- c) La **tuberculosis** pulmonar y las **neumonías** necrotizantes, fundamentalmente las causadas por estafilococo , también pueden ser causa de neumotórax espontáneo secundario .
- d) **Enfermedades del tejido conectivo**. Artritis reumatoide, espondilitis anquilosante, la polimiositis y la dermatomiositis, esclerosis sistémica, síndrome de Marfan y el síndrome de Ehlers-Danlos.
- e) **Enfermedad pulmonar intersticial**. Sarcoidosis, fibrosis pulmonar idiopática, histiocitosis X, linfangioleiomiomatosis (LAM).
- f) **Enfermedades de las vías respiratorias**: enfisema, bronquitis crónica, asma severa aguda, fibrosis quística.

3. CLÍNICA DEL NEUMOTÓRAX

Depende de la magnitud del neumotórax y de la reserva funcional respiratoria del paciente. Puede ser asintomático hasta en un 10% de los casos , sobre todo en pacientes con neumotórax espontáneo primario . Sin embargo , cuando hay síntomas , aproximadamente el 80% presentan clínica en reposo o realizando una actividad normal. Los síntomas más frecuentes son:

a) **Dolor torácico (pleurítico)** de inicio agudo que se acentúa con los movimientos respiratorios. A veces se irradia hacia el cuello o hacia el abdomen. El dolor puede ser leve o severo al comienzo y continuar como dolor sordo e incluso ceder espontáneamente.

Si el neumotórax es pequeño , el dolor puede ser el único síntoma y desaparecer horas después , en las 24 horas siguientes , incluso sin ser tratado o estar resuelto el cuadro.

b) **Taquipnea y disnea**, que suele aparecer con mayor frecuencia e intensidad en pacientes con enfermedad pulmonar subyacente. En el NE primario suele ceder habitualmente en el plazo de 24 horas, a pesar de la persistencia del neumotórax.

4. EXPLORACIÓN FÍSICA

La exploración física puede ser normal en neumotórax de pequeño tamaño. En el neumotórax de mayor tamaño podemos detectar:

- **Inspección** : hiperinsuflación y disminución del movimiento del hemitórax afectado.
- **Auscultación respiratoria** : disminución o abolición del murmullo vesicular en el hemitórax afectado , aunque puede ser difícil de detectar en pacientes con enfisema pulmonar. Disminución de la transmisión de la voz. Auscultación cardíaca con taquicardia. Signo de Haman (roce o sonido crujiante durante la sístole y diástole cardíaca) cuando se asocia neumomediastino. Cambios en la disposición de los focos de auscultación cardíacos en el neumotórax a tensión.
- **Percusión** : timpanismo
- **Palpación**: disminución de las vibraciones vocales. Palpación hepática por aplanamiento diafragmático y desplazamiento del hígado.

5. PRUEBAS COMPLEMENTARIAS

La **gasometría arterial** revela una hipoxemia arterial con un aumento de la diferencia alveoloarterial de oxígeno e hipocapnia (secundaria a hiperventilación) con alcalosis respiratoria. El grado de hipoxemia está en relación con la magnitud del neumotórax y con la presencia de enfermedad pulmonar subyacente. Así, en el NEP primario de pequeño tamaño la gasometría arterial suele ser normal. Sin embargo, en el NE secundario y en el neumotórax a tensión puede existir hipoxemia severa. Tanto la gasometría como la función respiratoria , no se consideran pruebas complementarias que deban realizarse sistemáticamente.

Por otra parte , en el **electrocardiograma** (ECG) las alteraciones son raras e infrecuentes. No se considera una prueba complementaria que deba realizarse de forma sistemática a pacientes con NEP, aunque en el neumotórax masivo izquierdo la presencia de aire puede ocasionar en el ECG una disminución de voltaje del complejo QRS y una inversión de la onda T en derivaciones izquierdas.

6. DIAGNÓSTICO

6.1 Radiografía de tórax

Los síntomas y la exploración física permiten hacer un diagnóstico de sospecha. El diagnóstico de certeza lo proporciona **la radiografía simple de tórax** realizada en proyección estándar en bipedestación y posteroanterior , la cual identifica la línea de la pleura visceral, con ausencia de trama vascular periférica.

Las diferentes guías no recomiendan de forma sistemática la realización de una proyección en espiración forzada para el diagnóstico, y no debe realizarse si se sospecha neumotórax a tensión, pero puede ayudar al diagnóstico si la primera radiografía es normal o dudosa (en la espiración forzada, al disminuir el continente torácico sin modificarse el volumen de aire extrapulmonar, se produce un mayor colapso pulmonar, que se hace evidente en la radiografía). Algunos autores, sin embargo, recomiendan una proyección en decúbito lateral en estos casos.

Es preciso establecer un diagnóstico diferencial en la radiografía de las bullas de enfisema, quistes aéreos o quistes broncogénicos entre otros.

6.2 Tomografía computarizada (TC) de tórax

En cuanto a la tomografía axial computarizada (TC), es la prueba diagnóstica más sensible y puede revelar lesiones fisiopatológicas de base que causen un neumotórax espontáneo, pero el *American College of Chest Physicians* (ACCP) no recomienda realizarla de forma rutinaria a los pacientes con un primer episodio de NEP o en pacientes con NES. Por otra parte, la TC puede ser útil en pacientes con NES recurrentes, o bien para determinar la actitud ante fugas de aire persistentes o para planificar una intervención quirúrgica.

La *British Thoracic Society* (BTS) recomienda esta prueba diagnóstica cuando haya dificultad para diferenciar un neumotórax de una enfermedad bullosa o enfermedad pulmonar subyacente, cuando se sospeche colocación anómala del tubo torácico, y cuando resulte difícil interpretar la radiografía simple de tórax por la existencia de enfisema subcutáneo. Puede estar indicada también ante un neumotórax recidivante, una fuga aérea persistente o bien para planificar el tratamiento quirúrgico del neumotórax.

6.3. Cuantificación del tamaño del neumotórax

En el proceso diagnóstico hay que tener en cuenta la cuantificación del tamaño del neumotórax. No existe un consenso universal en el método de cuantificar el tamaño del neumotórax.

El consenso del *American College of Chest Physicians* (ACCP) utiliza la denominación de neumotórax pequeño cuando la distancia entre el ápex pulmonar y la cúpula torácica es menor de 3 cm.

La *British Thoracic Society* (BTS) diferencia el neumotórax en pequeño o grande según la presencia de una franja de aire < 2 cm ó ≥ 2 cm, respectivamente, entre el borde pulmonar y la pared torácica. Dos métodos sencillos y útiles para cuantificar el neumotórax son los propuestos por Light y Rhea et al, respectivamente.

El primero de ellos , se basaría en realizar el cálculo con una fórmula de los diámetros del pulmón y del hemitórax al cubo. Rhea et al , proponen el cálculo de la distancia interpleural media y su ajuste en un nomograma.

Según la Normativa SEPAR , el neumotórax se clasifica en parcial (si la separación de la pleura visceral ocupa una parte de la cavidad pleural , siendo la más frecuente la apical) , completo (la separación entre pleura visceral y parietal se produce a lo largo de toda la cavidad pleural) y total (si existe colapso pulmonar con formación uniforme de un muñón). Este método para cuantificar el tamaño radiográfico del neumotórax , junto con la valoración clínica del paciente , aporta información suficiente para tomar una actitud terapéutica adecuada.

7. MATERIAL Y MÉTODO

Se realizaron búsquedas en la base de datos *Cochrane* de revisiones sistemáticas de artículos relacionados con el neumotórax. Se hicieron búsquedas en *Medline* utilizando el término de búsqueda "*pneumothorax*" que aparece en los tipos pertinentes de estudio (ensayos clínicos, revisiones de literatura, y meta-análisis), así como en las actas de congresos recientes.

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.

Hemos limitado los estudios a los adultos. Nos centramos en los ensayos controlados aleatorios, revisiones sistemáticas y meta-análisis, y cuando sea posible, los estudios más recientes.

Fueron revisadas las versiones más actualizadas de las directrices pertinentes (*British Thoracic Society, American College of Chest Physicians*), así como información de *clinicalevidence.bmj.com* , *uptodate.com* y de la SEPAR. Así mismo , se han realizado búsquedas de información dentro de la literatura médica .

8. RESULTADOS

La ausencia de consenso universal sobre las pautas a seguir en el tratamiento del neumotórax , genera una gran diferencia de actuación entre los diversos grupos de trabajo tanto médicos como quirúrgicos , pues no hay establecida una sistemática precisa. Existen muy pocos estudios controlados aleatorizados, lo cual dificulta el desarrollo de guías clínicas , y las recomendaciones existentes se basan principalmente en opiniones de expertos.

8.1. TRATAMIENTO

La elección del tratamiento inicial va a depender del tamaño del neumotórax , de la situación clínica del paciente y de la existencia de enfermedad pulmonar subyacente.

El tratamiento del neumotórax espontáneo debe cumplir dos objetivos fundamentales: la reexpansión pulmonar con la menor morbilidad posible y la prevención de las recurrencias.

Examinaremos las distintas opciones terapéuticas: a) observación y oxigenoterapia , b) drenaje pleural , c) cirugía y d) pleurodesis . (Tabla 2).

TRATAMIENTO	PREVENCIÓN DE RECURRENCIAS	COMENTARIOS
Oxígeno	No	Utilizado en la mayor parte de pacientes. Aumenta tres-cuatro veces la reabsorción del aire pleural
Observación	No	Sólo para pacientes sin disnea y con NEP que ocupa < 15% del hemitórax
Aspiración simple	No	Tiene éxito en el 75% de NEP y 37% de NES
Tubo torácico	No	Utilizar tubos de mayor calibre (28 F) si hay riesgo de fuga aérea significativa
Tubo torácico con esclerosis	El talco previene las recurrencias en > 90%	Talco y tetraciclinas son los agentes esclerosantes de elección
Cirugía Toracoscopia Toracotomía	La intervención más útil para prevenir recurrencias	No existe una clara superioridad de la toracoscopia frente a la toracotomía

NEP: neumotórax espontáneo primario, y NES: neumotórax espontáneo secundario.

Tabla 2. Opciones terapéuticas del neumotórax espontáneo

a) Oxígeno y observación

Estas medidas favorecen la absorción de aire intrapleural . Están indicadas en NEP de pequeño tamaño (<15%) asintomáticos y en NES de pequeño tamaño (apical o < 1cm de separación entre la pleura visceral y la pared torácica).⁽²¹⁾

La **oxigenoterapia** no sólo mejora la hipoxemia que se deriva de la alteración en la relación ventilación - perfusión , sino que favorece la reabsorción del aire pleural. La inhalación de concentraciones altas de oxígeno (10 L/min) puede reducir la presión total de gases en los capilares pleurales (mediante la reducción de la presión parcial de nitrógeno), por lo que aumenta el gradiente de presión entre los capilares pleurales y la cavidad pleural, y se incrementa, por tanto, la absorción de aire intrapleural.^(19,20)

La absorción espontánea del neumotórax cada día oscila entre el 1,25 y el 1,8% (50-75 ml) del volumen de aire intrapleural , acelerándose dicho proceso con la administración de oxígeno en hasta 4 veces.⁽²⁸⁾

Un neumotórax espontáneo primario se resolverá en la mayoría de los casos a medida que el aire se reabsorba de forma gradual en los capilares pulmonares. La

tasa de resolución se calculó en el 2,2% por día en un estudio retrospectivo , evaluando tres estimaciones dimensionales de tamaño del neumotórax basados en las radiografías de tórax en los pacientes con tratamiento conservador.⁽²⁰⁾ La tasa de reabsorción se cuadruplicó cuando se les administró oxígeno⁽¹⁷⁾.

La **observación** es la actitud de elección en neumotórax primarios parciales o de pequeño tamaño (<15%) sin disnea o escasamente sintomáticos. Estos pacientes deben permanecer en observación hospitalaria de 12 a 24 horas (3 a 6 horas según el consenso de la ACCP) y pueden ser dados de alta tras descartar la progresión del neumotórax mediante una nueva radiografía de tórax. No requieren ingreso hospitalario pero en todos los casos debe de realizarse un seguimiento ambulatorio mediante revisiones radiográficas hasta que se objetive una reexpansión pulmonar completa , y aconsejar al paciente que acuda nuevamente al hospital en caso de dificultad respiratoria. Los pacientes que tengan un difícil acceso al hospital deberán de ser ingresados. Ante el aumento del tamaño del neumotórax , son subsidiarios de drenaje.

b) Aspiración simple y drenaje torácico

La evacuación del aire intrapleural , mediante aspiración simple o colocación de drenaje torácico , están indicadas en neumotórax espontáneo primario de gran tamaño (>15%) y en neumotórax secundarios sintomáticos.

En estos pacientes , se procederá a la inserción de tubo de drenaje de mediano calibre (16 a 20 F) . La mayor parte de los estudios no encuentran diferencias en la tasa de éxito entre los drenajes de pequeño calibre ($\leq 14F$) y los drenajes torácicos ($\geq 16F$) . Por lo tanto , el uso de drenajes de pequeño calibre es de elección. La colocación del drenaje se realiza bajo anestesia local , infiltrando todos los planos hasta la pleura parietal.

Su colocación es en la pared anterior del tórax , línea media clavicular si el neumotórax es apical , o en la región axilar si las adherencias no permiten obtener una cámara apical suficiente. Se deja el drenaje conectado a un sistema de sello de agua durante unas 2 – 4 horas antes de proceder a la colocación de aspiración continua. Un drenaje de calibre muy pequeño puede obstruirse con facilidad o no permitir el paso de un flujo aéreo importante , si bien tiene la ventaja de poder conectarse a una válvula de Heimlich , que permite la deambulación precoz del paciente.

La intensidad en la presión negativa de aspiración varía de unas escuelas a otras. La SEPAR recomienda la aplicación de aspiración continua de -15 a -25 cm H₂O inicialmente , siempre que el neumotórax no sea muy importante (<50%) ; si el neumotórax es mayor del 50% se aplicará la aspiración pasadas unas horas , para evitar el edema por reexpansión.

Habitualmente , la **fuga de aire** cesa en 48 a 72 horas, y el tubo puede retirarse 24 horas después del cese de la fuga si el pulmón se mantiene reexpandido. Como medida de precaución opcional, pero recomendada por muchos autores, antes de retirar el tubo se puede pinzar durante unas horas y realizar después un control radiográfico para confirmar que persiste la reexpansión pulmonar, evitando, así, la recidiva del neumotórax tras la retirada del tubo por existencia de una pequeña fuga aérea no percibida.

En ambos casos , se debe realizar una **radiografía de tórax** para comprobar la reexpansión pulmonar. Una vez comprobada la reexpansión pulmonar con una radiografía de tórax , y en ausencia de fuga aérea , se procede a retirar el drenaje y se da de alta al paciente.

En caso de persistencia de fuga aérea durante más de 5 días , se debe valorar la posibilidad de **tratamiento quirúrgico** definitivo , debido a la nula mortalidad y escasa morbilidad asociada a la cirugía , no recomendándose la inserción de un segundo tubo de drenaje o la realización de broncoscopia.

c) Tratamiento quirúrgico

Los dos objetivos fundamentales de la **cirugía** son eliminar o resolver la lesión causante de la fuga aérea , y conseguir una sínfisis pleural que mantenga el pulmón expandido. Las indicaciones de tratamiento quirúrgico son :

- **Fugas aéreas persistentes** durante siete días con drenaje pleural correctamente colocado y permeable.
- **Falta de reexpansión pulmonar** , a pesar del tratamiento con drenaje intercostal.
- **Hemoneumotórax**
- **Recidiva del neumotórax** después del segundo episodio , habiendo hecho previamente tratamiento correcto. Muchos autores indican la cirugía en la primera recidiva.
- **Patología pulmonar susceptible de tratamiento quirúrgico** : neoplasias , quiste broncogénico , hidatidosis , abscesos , rotura de bulla de enfisema , etcétera.
- **Neumotórax contralateral**
- **Neumotórax bilateral simultáneo** , a pesar de que se instaure tratamiento con sonda intrapleural como paso previo a la cirugía.
- **Profesionales de alto riesgo** que hayan tenido un neumotórax previamente , por ejemplo , pilotos , buceadores , ante la posibilidad de presentación de un nuevo episodio.

Una vez indicada la cirugía , existen dos alternativas : la **toracotomía** o la **cirugía videotoracoscópica**.

Tipos de intervención quirúrgica

1. **Toracotomía** : se realiza bajo anestesia general , con intubación pulmonar selectiva. La apertura del tórax puede hacerse utilizando como vía de acceso la región axilar o la toracotomía lateral. Habitualmente se realiza la primera por el borde superior de la cuarta costilla y en la vía lateral por el borde superior de la quinta o la sexta costillas , y después de liberar completamente el pulmón se procede a la localización de las lesiones causantes de fuga aérea, realizando resección o cierre de las mismas con un aparato de sutura mecánica o de forma manual.

Ante la presencia de bullas de enfisema pulmonar difuso se extirpa el territorio más patológico haciendo sutura o ligadura de las lesiones bullosas existentes , o al menos de la mayor parte de ellas. A continuación , se realiza pleurodesis por abrasión pleural hasta que un aspecto petequial aparezca en las superficies pleurales. Es aconsejable que esta técnica se lleve a cabo tanto en la pleura parietal como en la visceral.

Otros autores , son partidarios de realizar una pleurectomía apical en un intento de crear adherencias más firmes que impidan la recidiva del neumotórax.

En neumotórax espontáneos primarios utilizamos un solo drenaje postquirúrgico , y en los secundarios , dos : uno basal y otro apical , que se conectan a un sistema de Bülow con aspiración continua.

2. **Videotoracosopia** : Se lleva a cabo en decúbito lateral , bajo anestesia general e intubación selectiva. Se realizan tres incisiones de unos 2 cm (línea axilar media , línea mamaria y por debajo de la punta de la escápula) a nivel del quinto o el sexto espacios intercostales y se colocan tres trocares que permiten la manipulación de una óptica conectada a un sistema monitor de vídeo , de unas pinzas endoscópicas para el manejo pulmonar y de aparatos de sutura con grapas lineales.

Es necesario liberar toda la superficie pulmonar para la inspección de las lesiones en el parénquima y verificación de los puntos de fuga aérea , lo que en ocasiones resulta difícil a pesar del uso de suero salino , puesto que el pulmón esta semicolapsado. Se hace pleurodesis por abrasión o pleurectomía. Algunos autores , son partidarios de realizar talcaje para favorecer las adherencias pleurales.

Ventajas e inconvenientes de la cirugía

La toracotomía permite la liberación de adherencias más fácilmente, las lesiones se visualizan de forma directa y es más fácil el control del sangrado, en caso de producirse. Tiene menor porcentaje de recidivas.

La toracoscopia deja cicatrices de menor tamaño, es menos dolorosa y acorta días de estancia hospitalaria. Como inconvenientes, tiene la mayor duración de la intervención y un cierto número de casos necesitan la reconversión a toracotomía debido a adherencias firmes, grandes bullas, falta de colapso pulmonar o sangrado importante.

Con cualquier técnica, el número de días de días de fuga aérea, está en relación con el tipo de neumotórax, siendo mayor en los secundarios, que presentan igualmente mayor número de complicaciones.

En el momento actual, la indicación principal de la videotoracoscopia son los neumotórax primarios. En los secundarios, el empleo de una técnica u otra debe individualizarse según los casos. El talcaje pleural, debe reservarse a este último tipo de neumotórax. La abrasión pleural cuenta con más defensores que la pleurectomía.

La mortalidad con ambas técnicas es inferior al 1% y casi siempre es debida a patología pulmonar subyacente.

d) Pleurodesis

Su utilización en el neumotórax debe ser restringida a pacientes (habitualmente, de edad avanzada) en los que existe contraindicación para el tratamiento quirúrgico o mal pronóstico a corto plazo de su enfermedad subyacente (por ejemplo, neoplasia). Se emplea habitualmente para el tratamiento paliativo del derrame pleural maligno. En casos seleccionados, podría realizarse mediante toracoscopia médica bajo anestesia local y sedación.

Es un procedimiento que precipita un proceso inflamatorio que conduce a la adherencia de pleura parietal y visceral, borrando de ese modo el espacio pleural. Esto se puede lograr con una pleurodesis a través de la instilación de un agente farmacológico. El agente esclerosante más utilizado es el talco esterilizado y libre de asbestos, por su eficacia y bajo coste. Se instila en la cavidad pleural en forma diluida a través del drenaje torácico (suspensión de 2-5 g de talco en suero fisiológico) previa analgesia general o local.

Necesita para su eficacia que el pulmón esté totalmente reexpandido y que no existan grandes fugas aéreas para que el contacto de las pleuras sea lo más extenso posible. Tiene como inconveniente que produce dolor, fiebre y posibilidad de contaminación (empiemas entre el 3% y el 11% de los casos).

La **tetraciclina ácida** es difícil de conseguir en el mercado , y en su lugar se ha empleado la minocefalina y la doxiciclina , con buenos resultados. Ambas se utilizan disueltas en suero fisiológico.

La **bleomicina** es un citostático de empleo habitual por vía parenteral. Su uso como esclerosante pleural ha encontrado pocos defensores en los neumotórax y sí en los derrames pleurales neoplásicos. Sus efectos tóxicos , su coste y la falta de estudios más completos , hacen que su empleo sea limitado.

8.2 RECIDIVAS EN EL NEUMOTÓRAX

La tasa de **recidiva** varía ampliamente como consecuencia del tratamiento elegido. Aunque no puede predecirse el curso evolutivo de los neumotórax espontáneos en general , se estima que el número de recidivas del NEP es de aproximadamente el 30% , con un rango entre el 16% y el 52% , con seguimiento en algunos estudios de hasta 10 años ; en el NES es del 40 – 56 % . El riesgo de recidiva es mayor en pacientes menores de 40 años.

En la mayoría de las ocasiones , la recidiva tiene lugar en los 6 primeros meses tras el primer episodio de neumotórax espontáneo , cabe destacar que alrededor del 10 % de los pacientes con neumotórax espontáneo, puede desarrollar un nuevo episodio en el hemitórax contralateral.

En el estudio de Sadikot et al⁽¹¹⁾ , que siguieron durante un periodo de 54 meses a 153 pacientes con NEP , hubo un 39% de recurrencias durante el primer año , y un 15% del total de pacientes con NEP desarrolló un neumotórax contralateral. Después de un segundo neumotórax espontáneo homolateral, y sin una adecuada actitud terapéutica , la posibilidad de un tercer episodio aumenta considerablemente .

Un **neumotórax recidivante** puede causar una incapacidad considerable en individuos de alto riesgo , la **cirugía** es la opción que se debe tomar en cuenta desde el primer episodio de neumotórax en estos pacientes aunque algunos autores recomiendan esta intervención después del primer episodio de neumotórax espontáneo secundario. El retraso en la indicación condicionará una mayor incidencia de dificultades técnicas, que motivará un incremento en la necesidad de practicar toracotomías.

Dejar de fumar es el factor de riesgo modificable más probado para prevenir la recidiva del neumotórax primario. En un estudio retrospectivo de los pacientes con NEP, incluidos 99 fumadores, el riesgo absoluto de neumotórax recurrente en el período de seguimiento de cuatro años fue de 40% en los que dejaron de fumar en comparación con el 70 % de los que continuaron fumando.⁽¹²⁾

Un ensayo controlado aleatorio de 56 pacientes evaluó la aspiración manual contra la inserción de drenaje intercostal en pacientes con gran neumotórax primario⁽¹⁸⁾ y la tasa de recurrencia no difirió entre los grupos.

La recurrencia de NEP también se asocia con un aumento de la altura en el hombre y se reduce de manera significativa por la cirugía abierta o video cirugía¹³ torácica asistida.

Los pacientes con enfermedad pulmonar preexistente son más propensos a experimentar un neumotórax recurrente que aquellos con neumotórax primario⁽¹⁵⁾.

En un estudio retrospectivo de 182 pacientes, de los cuales alrededor de la mitad tenían pleurodesis química, las tasas de recidiva al año fueron del 15,8 % para el NEP y 31,2 % para neumotórax secundario⁽¹⁵⁾

Las tasas de recurrencia de neumotórax secundario son notablemente más bajas con la cirugía torácica: después de la cirugía torácica vídeo asistida o toracotomía axilar, se reportaron tasas de recurrencia de alrededor del 3 % en un estudio con un período de seguimiento medio de 30 meses,⁽¹³⁾ mientras que otro estudio, con una duración similar de seguimiento, las tasas de recurrencia fueron de 43% en un grupo control de 86 pacientes con neumotórax secundario⁽¹⁰⁾.

8.3. COMPLICACIONES

Las complicaciones son poco frecuentes pero potencialmente graves . Se debe informar a los pacientes de dichas complicaciones tanto inmediatas como tardías , que se derivan del neumotórax o de las actitudes terapéuticas derivadas de éste.

- a) Neumotórax a tensión o hipertensivo :** aparece en el 2-3 % de los pacientes con neumotórax. El aumento de la presión en la cavidad pleural y en el mediastino , puede comprometer la vida del paciente debido a las alteraciones de la función cardiopulmonar , pues al déficit ventilatorio se une el bajo volumen minuto cardíaco por compresión de las venas cavas. La tos contribuirá a aumentar la presión intrapulmonar , haciendo más fácil la salida del aire desde los alvéolos al espacio pleural , agravando el cuadro clínico. Este tipo de neumotórax aparece más frecuentemente por causa traumática o durante la ventilación mecánica que en los neumotórax espontáneos .

El paciente manifiesta disnea intensa , hipotensión , hipoxemia , cianosis y sudoración marcada. En la exploración se observa un hemotórax aumentado de tamaño y signos de desviación mediastínica. Radiológicamente se observa hiperclaridad del hemitórax , colapso pulmonar intenso y desviación mediastínica contralateral , además de aplanamiento de la superficie diafragmática. El tratamiento es la descompresión rápida del espacio pleural , lo cual se consigue por apertura de la cavidad afectada y , mediante drenaje intercostal, se favorece la salida del aire.

- b) Hemoneumotórax** : en los neumotórax espontáneos , esta complicación ocurre en un 5-6% de los casos , y se debe fundamentalmente a la rotura de una adherencia entre ambas pleuras. El sangrado suele ser lento cuando es debido al desgarro de las adherencias pleurales, pero puede llegar a ser importante y comprometer la vida del paciente por disminución del volumen sanguíneo circulante , con un cuadro de shock de instauración lenta. La confirmación se hace por punción pleural en un paciente con radiología de un hidroneumotórax.

El tratamiento debe atender en primer lugar a la reposición sanguínea , estabilización de los signos vitales y drenaje intercostal colocado en la región más declive , que en algunas ocasiones consigue detener la hemorragia por reexpansión pulmonar. La toracotomía estará indicada ante pérdidas de sangre mayores de 1.000 c.c. o hemorragia persistente no controlada con una cuantía de 200-250 c.c. cada hora durante 3 - 4 horas. La cirugía tiene por objeto en primer lugar la hemostasia del vaso sangrante , además de eliminar la lesión pulmonar.

- c) Empiema:** La infección de la cavidad pleural ocurre pocas veces tras la colocación de un drenaje y es debido en su mayor parte a la falta de asepsia en la operación. El empiema con neumotórax (pionemotórax) reconoce como causas más frecuentes la infección del parénquima. Debe tratarse con drenaje pleural , antibioterapia adecuada o cirugía si procede.
- d) Neumotórax crónico** : es aquel que persiste más de tres meses como consecuencia de una fístula broncopleural o ausencia de reexpansión pulmonar completa por otras causas (indicación de broncoscopia si se sospecha obstrucción bronquial). En cualquier caso, persiste una cavidad pleural residual que se llena de líquido y que puede infectarse. El tratamiento es quirúrgico.
- e) Edema pulmonar** : ocasionado por reexpansión brusca del neumotórax de gran volumen o por neumotórax de varios días de evolución. Obedece a múltiples causas : aumento de la permeabilidad vascular , lesión mecánica del pulmón o aspiraciones negativas muy altas tras la colocación del drenaje. Aunque es un cuadro poco frecuente (8-10%) , hay descrita mortalidad asociada al mismo. El tratamiento es la instauración de una ventilación con presión positiva bien con mascarilla o intubación .
- f) Enfisema subcutáneo** : No es un signo de gravedad y debe considerarse como expresión de un drenaje no funcionando , por una colocación incorrecta del mismo , por lo que será necesaria la revisión o la colocación de un segundo drenaje.

9. CONCLUSIONES

El NE es una patología poco frecuente, con una incidencia de entre cuatro y nueve casos por 100.000 habitantes y año. El NE primario ocurre en ausencia de enfermedad pulmonar conocida en pacientes jóvenes varones. Fumar aumenta el riesgo de NE primario y las tasas de recurrencia. El NE secundario se produce en presencia de patología pulmonar previa y se asocia con un aumento de los síntomas, la morbilidad y las tasas de neumotórax a tensión, así como a un mayor número de complicaciones.

La importancia del diagnóstico y tratamiento oportuno de esta patología radica en la severidad que puede llegar a presentar, pudiendo llegar a producir un compromiso respiratorio y/o hemodinámico de urgencia vital. Desde el punto de vista diagnóstico, es de máxima importancia la realización de una radiografía simple de tórax anteroposterior y lateral.

El tratamiento del neumotórax espontáneo debe cumplir dos objetivos fundamentales: la reexpansión pulmonar con la menor morbilidad posible y la prevención de las recurrencias.

Cuando es de poca magnitud se puede recomendar el reposo y el control radiológico hasta su completa absorción. La oxigenoterapia y la observación son a menudo suficientes en los pacientes clínicamente estables en espera de su resolución espontánea. Los NE de mayor tamaño se pueden tratar con aspiración manual. Si ésta fracasa o si existe un NE recurrente, se colocará un tubo de toracostomía seguido de pleurodesis química con talco.

La toracostomía con tubo para colocación de drenaje es la indicación inicial más frecuente; resulta exitosa en la mayoría de los casos. Sin embargo, el 20% de los pacientes con esta patología puede eventualmente requerir tratamiento quirúrgico motivado especialmente por la presencia de recurrencias, alternancia, bilateralidad, fístula con fuga aérea persistente durante más de siete días o fallo en la reexpansión pulmonar.

La videotoracoscopia, que permite la resección de bullas y la pleurodesis posterior, se realiza cuando fracasan las modalidades anteriores o el paciente tiene una ocupación en la que sería peligrosa la recidiva de un neumotórax espontáneo.

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. La solución del problema radica en la adecuada utilización de los tratamientos existentes, lo que no significa que haya que abandonar la investigación de nuevas opciones.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Gupta D, Hansell A, Nichols T, Duong T, Ayres JG, Strachan D. Epidemiology of pneumothorax in England. *Thorax*2000;55:666-71.
2. Data from Health & Social Care Information Centre. 2013. www.hscic.gov.uk.
3. Baumann MH, Strange C, Heffner JE, Light R, Kirby TJ, Klein J, et al. Management of spontaneous pneumothorax: an American College of Chest Physicians Delphi consensus statement. *Chest*2001;119:590-602.
4. MacDuff A, Arnold A, Harvey J, Group BTSPDG. Management of spontaneous pneumothorax: British Thoracic Society Pleural Disease Guideline 2012. *Thorax*2015;65(Suppl 2):ii18-31.
5. Bense L, Lewander R, Eklund G, Hedenstierna G, Wiman LG. Nonsmoking, non-alpha 1-antitrypsin deficiency-induced emphysema in nonsmokers with healed spontaneous pneumothorax, identified by computed tomography of the lungs. *Chest*1993;103:433-8.
6. Bense L, Eklund G, Wiman LG. Smoking and the increased risk of contracting spontaneous pneumothorax. *Chest*1987;92:1009-12.
7. Feldman AL, Sullivan JT, Passero MA, Lewis DC. Pneumothorax in polysubstance-abusing marijuana and tobacco smokers: three cases. *J Subst Abuse*2014;5:183-6.
8. Withers JN, Fishback ME, Kiehl PV, Hannon JL. Spontaneous pneumothorax: suggested etiology and comparison of treatment methods. *Am J Surg*1964;108:772-6.
9. Chen CH, Liao WC, Liu YH, Chen WC, Hsia TC, Hsu TH, et al. Secondary spontaneous pneumothorax: which associated conditions benefit from pigtail catheter treatment? *Am J Emerg Med*2012;30:45-50.
- Light RW, O'Hara VS, Moritz TE, McElhinney AJ, Butz R, Haakenson CM, et al. Intrapleural tetracycline for the prevention of recurrent spontaneous pneumothorax. Results of a Department of Veterans Affairs cooperative study. *JAMA*2012;264:2224-30.
10. Alifano M, Roth T, Broet SC, Schussler O, Magdeleinat P, Regnard JF. Catamenial pneumothorax: a prospective study. *Chest*2013;124:1004-8.
11. Sadikot RT, Greene T, Meadows K, Arnold AG. Recurrence of primary spontaneous pneumothorax. *Thorax*1997;52:805-9.
12. Foroulis CN, Anastasiadis K, Charokopos N, Antonitsis P, Halvatzoulis HV, Karapanagiotidis GT, et al. A modified two-port thoracoscopic technique versus axillary minithoracotomy for the

- treatment of recurrent spontaneous pneumothorax: a prospective randomized study. *Surg Endosc*2012;26:607-14.
13. Lippert HL, Lund O, Blegvad S, Larsen HV. Independent risk factors for cumulative recurrence rate after first spontaneous pneumothorax. *Eur Respir J*1991;4:324-31.
 14. Guo Y, Xie C, Rodriguez RM, Light RW. Factors related to recurrence of spontaneous pneumothorax. *Respirology*2005;10:378-84.
 15. Kelly AM, Loy J, Tsang AY, Graham CA. Estimating the rate of re-expansion of spontaneous pneumothorax by a formula derived from computed tomography volumetry studies. *Emerg Med J*2006;23:780-2.
 16. Northfield TC. Oxygen therapy for spontaneous pneumothorax. *BMJ*2013;4:86-8.
 17. Parlak M, Uil SM, van den Berg JWK. A prospective, randomised trial of pneumothorax therapy: manual aspiration versus conventional chest tube drainage. *Respir Med*2012;106:1600-5.
 18. Wakai A, O'Sullivan RG, McCabe G. Simple aspiration versus intercostal tube drainage for primary spontaneous pneumothorax in adults. *Cochrane Database Syst Rev*2007;1:CD004479.
 19. Chee CB, Abisheganaden J, Yeo JK, Lee P, Huan PY, Poh SC, et al. Persistent air-leak in spontaneous pneumothorax—clinical course and outcome. *Respir Med*1998;92:757-61.
 20. Schoenenberger RA, Haefeli WE, Weiss P, Ritz RF. Timing of invasive procedures in therapy for primary and secondary spontaneous pneumothorax. *Arch Surg*1991;126:764-6.
 21. So SY, Yu DY. Catheter drainage of spontaneous pneumothorax: suction or no suction, early or late removal? *Thorax*1982;37:46-8.
 22. Chen JS, Chan WK, Tsai KT, Hsu HH, Lin CY, Yuan A, et al. Simple aspiration and drainage and intrapleural minocycline pleurodesis versus simple aspiration and drainage for the initial treatment of primary spontaneous pneumothorax: an open-label, parallel-group, prospective, randomised, controlled trial. *Lancet*2013;381:1277-82.
 23. Almind M, Lange P, Viskum K. Spontaneous pneumothorax: comparison of simple drainage, talc pleurodesis, and tetracycline pleurodesis. *Thorax*1998;44:627-30.
 24. Smit HJ, Chatrou M, Postmus PE. The impact of spontaneous pneumothorax, and its treatment, on the smoking behaviour of young adult smokers. *Respir Med*1998;92:1132-6.

25. Ahmedzai S, Balfour-Lynn IM, Bewick T, Buchdahl R, Coker RK, Cummin AR, et al. Managing passengers with stable respiratory disease planning air travel: British Thoracic Society recommendations. *Thorax*2014;66(Suppl 1):i1-30.
26. Perrin K. Trial ID: ACTRN12611000184976. A randomised controlled trial of conservative versus interventional treatment of primary spontaneous pneumothorax.2015. www.anzctr.org.au/Trial/Registration/TrialReview.aspx?ID=336270.
27. Travaline JM, McKenna RJ Jr, De Giacomo T, Venuta F, Hazelrigg SR, Boomer M, et al. Treatment of persistent pulmonary air leaks using endobronchial valves. *Chest*2009;136:355-60.
28. Cao G, Kang J, Wang F, Wang H. Intrapleural instillation of autologous blood for persistent air leak in spontaneous pneumothorax in patients with advanced chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Thorac Surg* 2013;93:1652-7.
29. Ho KK, Ong ME, Koh MS, Wong E, Raghuram J. A randomized controlled trial comparing minichest tube and needle aspiration in outpatient management of primary spontaneous pneumothorax. *Am J Emerg Med* 2015;29:1152-7.