

# Neumotórax Espontáneo

F. GUZMAN, MD., IGACS., S. NAIK, FRCS., A. KNAPTON, M.P. HOLDEN, MB., FRCS.

**Palabras claves:** Cavidad pleural, Neumotórax espontáneo, Distensibilidad pulmonar, Bulas subpleurales, Dolor torácico, Disnea, Punción, Drenaje, Pleurectomía.

*Se define el neumotórax espontáneo como entidad clínica; se hace una síntesis histórica de la enfermedad desde los tiempos de Hipócrates hasta la descripción de la pleurectomía parietal por Gaensler en 1956. Se menciona la incidencia y la fisiopatología de la misma destacando sus dos variedades: primaria y secundaria. Se analizan los métodos diagnósticos basados en la sintomatología y la signología predominantes, así como su posible asociación con otras entidades patológicas. Se plantean los métodos de tratamiento, en número de siete; se propone un diagrama sobre el manejo de los pacientes afectados por la enfermedad, y por último se comenta la conducta frente a circunstancias especiales. El trabajo se fundamenta en la experiencia del Centro Regional Cardiorácico de Freeman Hospital (Newcastle Upon Tyne, Inglaterra), en donde los autores han completado una serie de 200 pleurectomías.*

## INTRODUCCION

El neumotórax espontáneo ha sido definido como la presencia de aire en la cavidad pleural ocasionada por el escape del mismo a partir del pulmón, no relacionado con trauma, pero de ocurrencia súbita. Esta entidad se está presentando con mayor frecuencia en nuestros países e infortunadamente, no siempre es diagnosticada correctamente, y su tratamiento ha sido motivo de discusión por varios años.

En este artículo queremos presentar una revisión de la fisiopatología y un esquema general de tratamiento en diferentes circunstancias, basados en la experiencia del Centro Regional Cardiorácico de Freeman Hospital (Newcastle Upon Tyne, Inglaterra), en donde hemos completado una serie de 200 pleurectomías (150 de las cuales han sido publicadas previamente), en casos de neumotórax refractario a tratamiento conservador, o en casos de recurrencia.

## HISTORIA

La presencia de aire en el espacio pleural ha sido reconocida como una situación anormal desde los tiempos de Hipócrates. En 1767, Hewson practicó la primera "Paracentesis thoracis" como forma de tratamiento.

*Doctor Fernando Guzmán, Cirujano Cardiorácico; Surendra Naik, Cirujano Cardiorácico Adjunto; Alex Knapton, Residente de Cirugía Cardiorácica; Michael P. Holden, Jefe del Dpto. de Cirugía Cardiorácica, Centro Regional Cardiorácico, Freeman Hospital, Newcastle Upon Tyne NE77DN, England.*

Laënnec (1819) publicó una detallada descripción clínica de la entidad, y Devilliers (1826) sugirió que las ampollas o bulas eran la causa de la enfermedad, lo cual fue demostrado por Schmincke en 1928.

La primera toracotomía y sutura de las bulas para neumotórax espontáneo recurrente fue llevada a cabo por Tyson-Crandall en 1936. El tratamiento mediante pleurectomía parietal fue descrito por Gaensler en 1956.

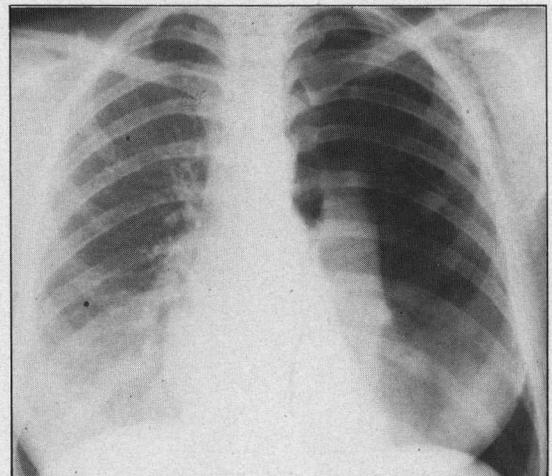
## INCIDENCIA Y FISIOPATOLOGIA

Existen dos variedades de neumotórax espontáneo: primario (simple o idiopático), el cual se presenta en pacientes sin previas alteraciones pulmonares. Secundario, en aquellos con antecedentes de patología pulmonar.

La incidencia ha sido demostrada entre 5 y 15 casos por cien mil habitantes (1). La relación hombre:mujer varía entre 6:1 en el tipo primario, y 3:1 en el tipo secundario (2).

El primario se presenta en hombres jóvenes (3), cuyo diagnóstico se hace con mayor frecuencia en hospitales militares (4), en sujetos de talla elevada y tórax delgado (5) (Figs. 1 y 2).

El tipo secundario es más común a medida que la edad aumenta, posiblemente en relación con alteración de la distensibilidad pulmonar (6) (Figs. 3 y 4).



**Fig. 1.** Neumotórax primario, más frecuente en hombres jóvenes, de talla elevada y tórax delgado.

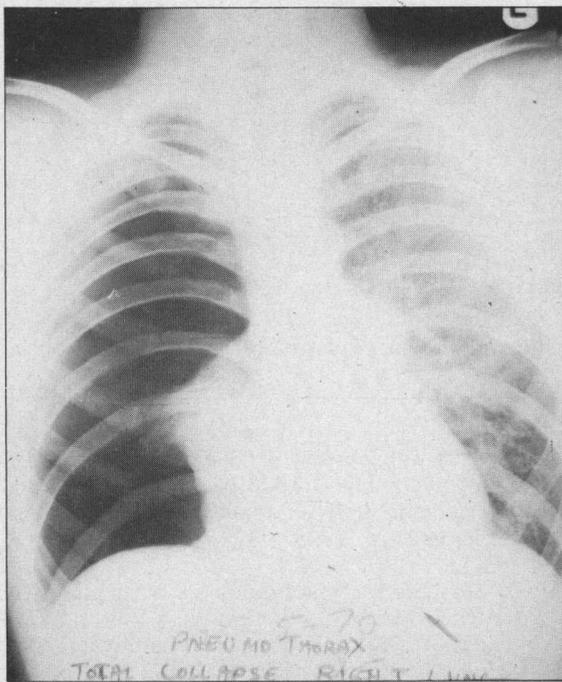


Fig. 2. Neumotórax primario, en un paciente de las características anotadas en la Fig. 1.

Algunas anomalías de la caja torácica (7) y una elevada incidencia de la enfermedad en pacientes con prolapso de la válvula mitral, han sugerido como factor etiológico de aquella una deficiencia sistémica del tejido conectivo (18). A este respecto, estudios recientes han demostrado alteraciones en la composición y síntesis del colágeno pulmonar, manifestadas en una degradación aumentada de la macromolécula de éste en pacientes afectados por esta entidad (8).

Se ha demostrado que el neumotórax espontáneo primario ocurre a consecuencia de la ruptura de bulas subpleurales, generalmente no mayores de dos centímetros de diámetro, las cuales se pueden presentar como patología familiar (10). Estas son, posiblemente el resultado de disección gaseosa a partir de la ruptura alveolar, debido a debilidad congénita de la membrana elástica del alvéolo (4). Sin embargo, la causa no es siempre obvia, como lo demuestra nuestra serie, en la cual no se halló lesión macroscópica en más del 40% de los casos quirúrgicos (9).

#### HALLAZGOS CLINICOS Y ENTIDADES ASOCIADAS

En un estudio exhaustivo sobre la entidad fue hallado el siguiente orden de frecuencia de síntomas: dolor torácico (94%); disnea (75%); tos (17%) (14). En otros estudios se encontró un 2% de pacientes completamente asintomáticos (4). El electrocardiograma muestra cambios no específicos, entre otros, desviación del eje a la derecha, disminución del voltaje y amplitud del complejo QRS, inversión de la onda T y, algunas veces, presencia de ondas Q (15).

En el tipo secundario las condiciones clínicas más frecuentes son: enfermedad pulmonar obstructiva crónica e infecciones del tracto respiratorio (4, 16). Otras condiciones clínicas asociadas son: aspergilosis pulmonar (20), embarazo (21), granulomatosis de Wegener (22), sarcoidosis (23) y fibrosis quística (24).

#### TRATAMIENTO

Numerosas variables juegan papel en la decisión del tratamiento del neumotórax espontáneo, entre otras, la condición clínica, la severidad del neumotórax, los episodios previos de colapso pulmonar y la disponibilidad de recursos.

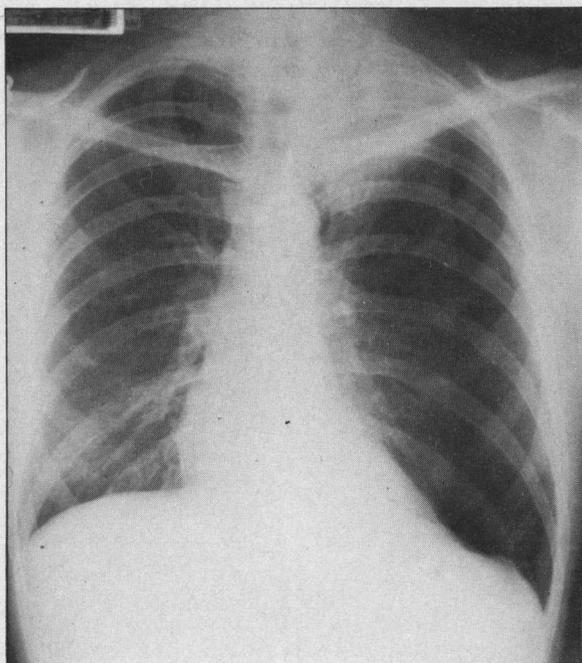


Fig. 3. Neumotórax secundario, más frecuente en pacientes de edad avanzada, posiblemente por la menor distensibilidad pulmonar.

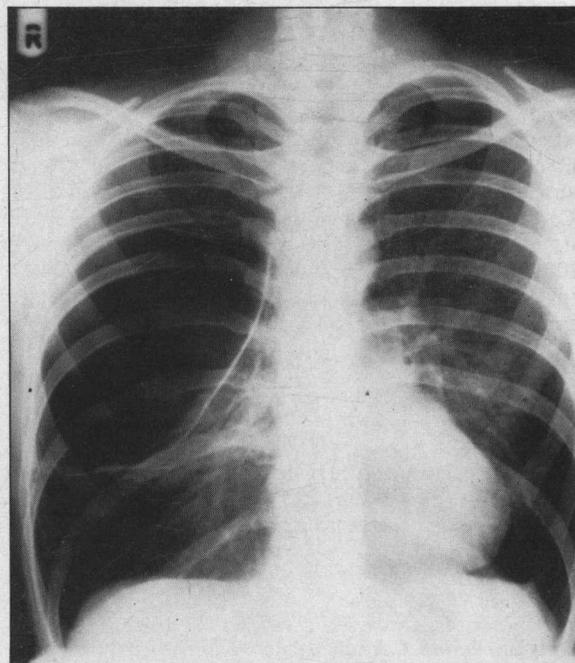


Fig. 4. Neumotórax secundario producido en condiciones similares a las del paciente de la Fig. 3.

Es importante tener en cuenta que la posibilidad de recurrencia después del primer episodio de neumotórax es variable; después del segundo es del 50% y después del tercero, llega a 80%. Asimismo, la incidencia de neumotórax contralateral es del 10-15%. Las posibilidades de tratamiento disponibles son: observación, aspiración con aguja, aspiración con catéter, drenaje con tubo de tórax, pleurodesis, abrasión pleural y pleurectomía parietal.

### 1. Observación

La mayoría de pacientes con el primer episodio de neumotórax espontáneo se presentan con menos de 20% de colapso pulmonar, y son observados intrahospitalariamente o en consulta externa siempre y cuando su condición sea estable y el recurso médico e institucional sean efectivos (cerca al sitio de residencia, disponibilidad de rayos X, etc.).

El tratamiento conservador se basa en el hecho de la reexpansión espontánea del pulmón en tres o cuatro semanas (26). Flint estudió estos casos y encontró una velocidad de reexpansión de 1.8% por día (27).

### 2. Aspiración con aguja

Aunque este método es utilizado en algunos centros (28), nosotros no lo preconizamos debido a que la mayoría de los pacientes no presentan colapso pulmonar en el curso de su evolución; y aquellos que sí lo presentan, necesitan la inserción de un tubo de tórax. Otros autores (29) han condenado el método como peligroso debido al riesgo de laceración pulmonar e infección del espacio pleural.

### 3. Aspiración con catéter

Quienes favorecen esta técnica (30, 31) en pacientes con neumotórax menor del 20%, han encontrado una incidencia de recolapso en el 3%. Cuando se utiliza el procedimiento en neumotórax mayores del 20% (lo cual en nuestra opinión es peligroso), la reincidencia del colapso es mayor del 11%.

Algunos han llegado al extremo de practicar la aspiración pleural para obtener completa reexpansión pulmonar hasta por cuatro veces, dejando los tratamientos alternativos para cuando ésta fracasa (32).

### 4. Drenaje con tubo de tórax

Clásicamente ha sido recomendado el drenaje con tubo de tórax cuando el neumotórax es mayor del 20%. (Esto no se aplica en casos de neumotórax traumático, en los cuales, en nuestra opinión, deberá ser tratado siempre con el tubo de tórax). El objetivo del tubo es drenar el neumotórax y promover contacto entre las pleuras visceral y parietal, las cuales sufren, además, irritación por el mismo, lo cual contribuye a sellar el escape de aire. Este método no está libre de complicaciones, entre otras, infección, trauma pulmonar y hemorragia (33-35).

Quizás uno de los mayores peligros del tubo de tórax es su inadecuado manejo. Cuando se toma la decisión de colocarlo deberá elegirse uno adecuado. (Nosotros hemos observado toda serie de catéteres, sondas de Foley, etc.). El tubo no deberá ser "clampeado" durante el transporte del paciente debido a la posibilidad de neumotórax a tensión en caso de un incompleto cierre del escape pulmonar.



Fig. 5. Pleura parietal, diseccionada hasta visualizar las estructuras venosas mediastinales.

No sobra insistir en la asepsia que debe observarse en la inserción y manejo del mismo, así como en la permanente inspección de las conexiones y succiones adaptadas al sistema.

### 5. Pleurodesis

Muchas sustancias han sido utilizadas con el objeto de ocasionar adherencias entre las superficies visceral y parietal de la pleura, entre otras el talco (38), la tetraciclina (39) el nitrato de plata y la glucosa hipertónica. Todos ellos pueden causar complicaciones (40).

Se utiliza principalmente en pacientes de alto riesgo, que no se consideran como candidatos para cirugía; y en casos de neumotórax recurrente o refractario a tratamientos con tubo de tórax.

El procedimiento puede causar fiebre y dolor torácico. En ocasiones la sustancia irritante no alcanza las áreas apicales, en cuyo caso, no se obtiene el principal objetivo de prevenir las recurrencias.

### 6. Abrasión pleural

Generalmente se efectúa con gasas secas; se recomienda en casos de neumotórax recurrente, colapso persistente después de succión adecuada, neumotórax bilateral y neumotórax alterno (Un episodio en cada hemitórax con recurrencia en cualquiera de ellos).

En nuestra experiencia este procedimiento no ha sido tan efectivo como la resección pleural parietal.

### 7. Pleurectomía

Cuando se empezó a utilizar como alternativa de tratamiento de la recurrencia en el neumotórax espontáneo, se informaron varias complicaciones, incluyendo hemorragia profusa (42).

En nuestro servicio es la técnica de elección en pacientes complicados que son candidatos para tratamiento quirúrgico. Generalmente se utiliza una toracotomía posterolateral "limitada" hasta donde sea posible. Una vez seccionados los músculos intercostales, la pleura parietal se disecciona cuidadosamente con torunda de gasa (Fig. 5), hasta visualizar las estructuras venosas mediastinales. En aquellos pacientes en

Es importante tener en cuenta que la posibilidad de recurrencia después del primer episodio de neumotórax es variable; después del segundo es del 50% y después del tercero, llega a 80%. Asimismo, la incidencia de neumotórax contralateral es del 10-15%. Las posibilidades de tratamiento disponibles son: observación, aspiración con aguja, aspiración con catéter, drenaje con tubo de tórax, pleurodesis, abrasión pleural y pleurectomía parietal.

### 1. Observación

La mayoría de pacientes con el primer episodio de neumotórax espontáneo se presentan con menos de 20% de colapso pulmonar, y son observados intrahospitalariamente o en consulta externa siempre y cuando su condición sea estable y el recurso médico e institucional sean efectivos (cercanía al sitio de residencia, disponibilidad de rayos X, etc.).

El tratamiento conservador se basa en el hecho de la reexpansión espontánea del pulmón en tres o cuatro semanas (26). Flint estudió estos casos y encontró una velocidad de reexpansión de 1.8% por día (27).

### 2. Aspiración con aguja

Aunque este método es utilizado en algunos centros (28), nosotros no lo preconizamos debido a que la mayoría de los pacientes no presentan colapso pulmonar en el curso de su evolución; y aquellos que sí lo presentan, necesitan la inserción de un tubo de tórax. Otros autores (29) han condenado el método como peligroso debido al riesgo de laceración pulmonar e infección del espacio pleural.

### 3. Aspiración con catéter

Quienes favorecen esta técnica (30, 31) en pacientes con neumotórax menor del 20%, han encontrado una incidencia de recolapso en el 3%. Cuando se utiliza el procedimiento en neumotórax mayores del 20% (lo cual en nuestra opinión es peligroso), la reincidencia del colapso es mayor del 11%.

Algunos han llegado al extremo de practicar la aspiración pleural para obtener completa reexpansión pulmonar hasta por cuatro veces, dejando los tratamientos alternativos para cuando ésta fracasa (32).

### 4. Drenaje con tubo de tórax

Clásicamente ha sido recomendado el drenaje con tubo de tórax cuando el neumotórax es mayor del 20%. (Esto no se aplica en casos de neumotórax traumático, en los cuales, en nuestra opinión, deberá ser tratado siempre con el tubo de tórax). El objetivo del tubo es drenar el neumotórax y promover contacto entre las pleuras visceral y parietal, las cuales sufren, además, irritación por el mismo, lo cual contribuye a sellar el escape de aire. Este método no está libre de complicaciones, entre otras, infección, trauma pulmonar y hemorragia (33-35).

Quizás uno de los mayores peligros del tubo de tórax es su inadecuado manejo. Cuando se toma la decisión de colocarlo deberá elegirse uno adecuado. (Nosotros hemos observado toda serie de catéteres, sondas de Foley, etc.). El tubo no deberá ser "clampeado" durante el transporte del paciente debido a la posibilidad de neumotórax a tensión en caso de un incompleto cierre del escape pulmonar.



Fig. 5. Pleura parietal, disecada hasta visualizar las estructuras venosas mediastinales.

No sobra insistir en la asepsia que debe observarse en la inserción y manejo del mismo, así como en la permanente inspección de las conexiones y succiones adaptadas al sistema.

### 5. Pleurodesis

Muchas sustancias han sido utilizadas con el objeto de ocasionar adherencias entre las superficies visceral y parietal de la pleura, entre otras el talco (38), la tetraciclina (39) el nitrato de plata y la glucosa hipertónica. Todos ellos pueden causar complicaciones (40).

Se utiliza principalmente en pacientes de alto riesgo, que no se consideran como candidatos para cirugía; y en casos de neumotórax recurrente o refractario a tratamientos con tubo de tórax.

El procedimiento puede causar fiebre y dolor torácico. En ocasiones la sustancia irritante no alcanza las áreas apicales, en cuyo caso, no se obtiene el principal objetivo de prevenir las recurrencias.

### 6. Abrasión pleural

Generalmente se efectúa con gasas secas; se recomienda en casos de neumotórax recurrente, colapso persistente después de succión adecuada, neumotórax bilateral y neumotórax alterno (Un episodio en cada hemitórax con recurrencia en cualquiera de ellos).

En nuestra experiencia este procedimiento no ha sido tan efectivo como la resección pleural parietal.

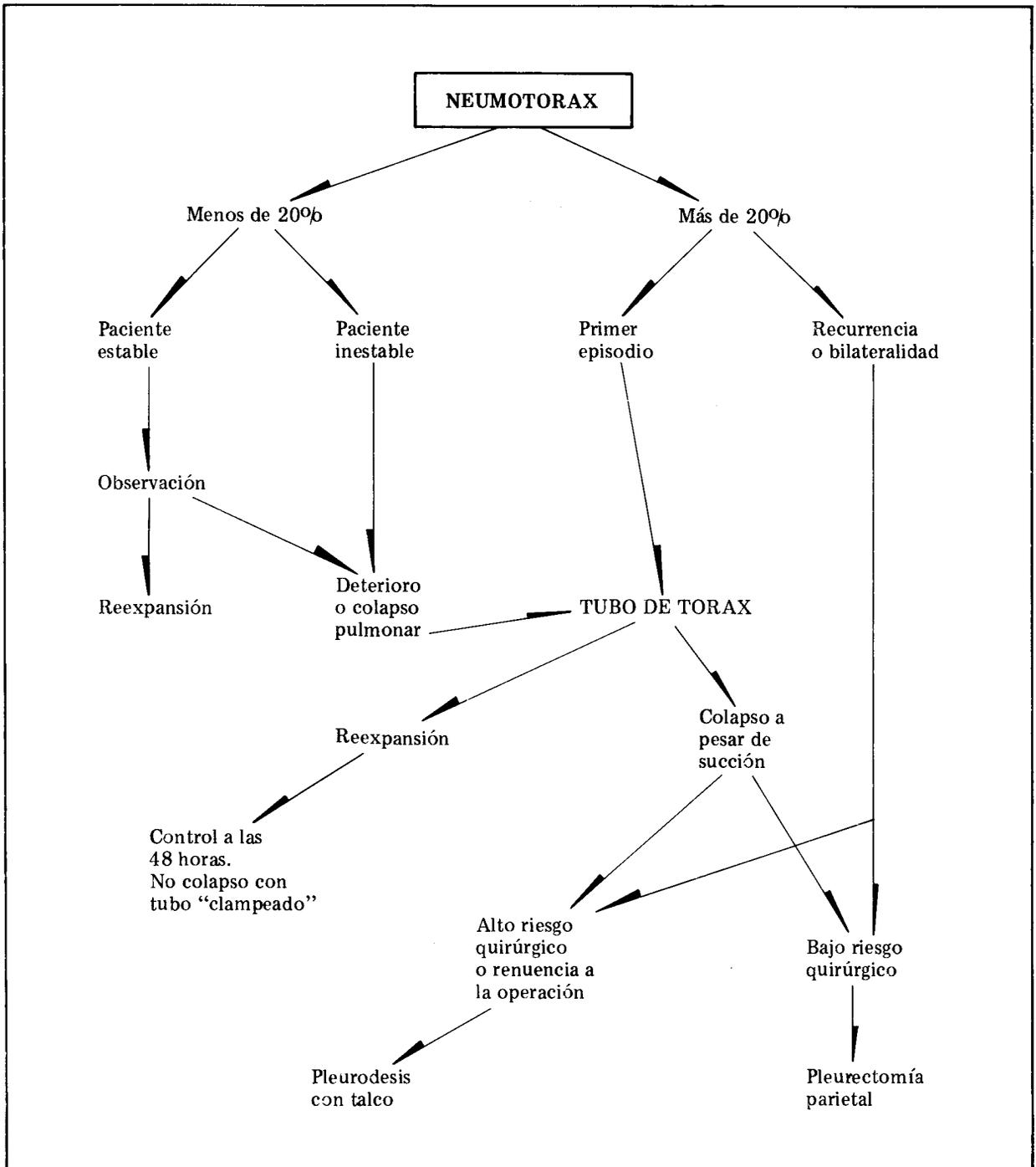
### 7. Pleurectomía

Cuando se empezó a utilizar como alternativa de tratamiento de la recurrencia en el neumotórax espontáneo, se informaron varias complicaciones, incluyendo hemorragia profusa (42).

En nuestro servicio es la técnica de elección en pacientes complicados que son candidatos para tratamiento quirúrgico. Generalmente se utiliza una toracotomía posterolateral "limitada" hasta donde sea posible. Una vez seccionados los músculos intercostales, la pleura parietal se diseca cuidadosamente con torunda de gasa (Fig. 5), hasta visualizar las estructuras venosas mediastinales. En aquellos pacientes en

los cuales se hallen bulas apicales, éstas deben ser reseca-  
das o aisladas utilizando suturas automáticas (Staplers). En caso  
de múltiples bulas, es suficiente su ligadura en la base con lo  
cual se logra controlarlas.

Queremos presentar el siguiente diagrama de manejo en  
neumotórax espontáneo, el cual seguimos en la Unidad  
Cardioráquica de Freeman Hospital, Newcastle upon Tyne,  
Inglaterra.



**TRATAMIENTO EN CIRCUNSTANCIAS ESPECIALES**

**1. Fibrosis quística**

Esta entidad no es tan frecuente en Colombia como lo es en Europa y los Estados Unidos. Sin embargo, el manejo del neumotórax espontáneo cuando está asociado a la misma, reviste especial importancia. Algunos han recomendado toracotomía y pleurectomía cuando el drenaje de aire dura

más de 5 días (24, 47). La razón es la alta incidencia de recurrencia, que llega al 50% en algunas series cuando se utiliza tubo de tórax únicamente (25).

En nuestro servicio preferimos utilizar pleurodesis con talco debido al alto riesgo quirúrgico y anestésico de estos enfermos, que además presentan infección temprana con pseudomonas.

## 2. Pneumotórax a tensión y edema de reexpansión

El drenaje masivo y súbito de un neumotórax espontáneo a tensión puede causar edema pulmonar unilateral debido posiblemente a lesión vascular (48), aunque han sido invocados otros factores como atelectasia (49) y presencia de radicales libres derivados del oxígeno (ODFR). Las consecuencias hemodinámicas pueden ser serias e incluso fatales, debido al descenso repentino de volumen, secuestro fluido intrapulmonar y posible depresión miocárdica.

Algunos pacientes de alto riesgo de desarrollar esta complicación son, aquellos con colapso pulmonar de más de 3 días;

los que presentan hipoxia severa, hematocrito elevado a insuficiencia respiratoria después de insertar el tubo de tórax.

Una cuidadosa observación hemodinámica, adecuado reemplazo de volumen y drenaje lento del neumotórax, son medidas preventivas.

## ABSTRACT

*A review of the physiopathology of spontaneous pneumothorax is presented. Present management is discussed and an organized approach is proposed. Special cases are discussed separately.*

## BIBLIOGRAFIA

- Neal, J., Vargas, G., Smith, D., Axel, B., Sterling, E. Bilateral bleb excision through a medial sternotomy. *Am J Surg* 1979, 138: 794-797.
- Weedon, D., Smith, G. Surgical experience in the management of spontaneous pneumothorax. *Thorax* 1983, 38: 737-743.
- Cran, J., Rumball, C., Survey of spontaneous pneumothorax in the Royal Air Force. *Thorax* 1967, 22: 462-465.
- Getz, S., Beasley, W. Spontaneous pneumothorax. *Am. J. Surg.* 1983, 145: 823-827.
- Peters, R., Peters, B., Benirschke, S., Friedman, P. Chest dimensions in young adults with spontaneous pneumothorax. *Ann. Thorac. Surg.* 1978, 25: 193-196.
- West, J. Distribution of mechanical stress in the lung, a possible factor in localization of pulmonary disease. *Lancet* 1971, 1: 839-841.
- Stephenson, S. Spontaneous pneumothorax: The sharp rib syndrome. *Thorax* 1976, 31: 369-372.
- Metivier, H., Masse, R., Vai, F., Pariente, R. Increased content of neutrosoluble collagen and dialysable hydroxipropine in panacinar emphysema and spontaneous pneumothorax. *Exp. Lung Research* 1982, 3: 129.
- Behl, R., Holden, M. Pleurectomy for recurrent pneumothorax. *J. Royal Coll Surg. Edinburgh* 1984, 29: 221-226.
- Gibson, J. Familial pneumothorax and bullae. *Thorax* 1977, 32: 88-90.
- Strauss, R. Diving medicine. *Am. Rev. Resp. Dis.* 1979, 119: 1001-1023.
- Shaw, J., Catherine, J. Recurrent re-expansion pulmonary edema. *Chest* 1984, 86: 784-786.
- Gustman, P., Yergler, L., Wanner, A. Immediate cardiovascular effects of tension pneumothorax. *Am. Rev. Resp. Dis.* 1983, 127: 171-174.
- Hallgrímson, J. Spontaneous pneumothorax in Iceland with special reference to idiopathic type: A clinical and epidemiological investigation. *Scand. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1978, Suppl. 21 (Whole issue).
- Kaimal, P. Transient electrocardiographic Q waves in spontaneous pneumothorax. *Heart Lung* 1983, 12: 268-269.
- Dines, D., Claggett, O., Pyne, S. Spontaneous pneumothorax in emphysema. *Mayo Clin. Proc.* 1979, 45: 481-487.
- Turner, J., Stanley, N. Fragile lung in the Marfan syndrome. *Thorax* 1976, 31: 771-775.
- Margaliot, S., Barzilay, J., Bardavid, M. et al. Spontaneous pneumothorax and mitral valve prolapse. *Chest* 1986, 89: 93.
- Cohen, H., Cohen, S. Spontaneous bilateral pneumothorax in drug addicts. *Chest* 1984, 86: 645-647.
- Ricketti, A., Greenberger, P., Glassroth J. Spontaneous pneumothorax in allergic bronchopulmonary aspergillosis. *Arch. Intern. Med.* 1984, 144: 151-152.
- Bending, J. Spontaneous pneumothorax in pregnancy and labour. *Postgrad. Med. J.* 1982, 58: 711-713.
- Jaspan, T., Davison, A., Walker, W. Spontaneous pneumothorax in Wegener granulomatosis. *Thorax* 1982, 37: 774-775.
- Ross, J., Epemy, D. Bilateral spontaneous pneumothorax in sarcoidosis. *Postgrad. Med. J.* 1983, 59: 106-107.
- Luck, S., Raffensperger, J., Sullivan, H., Gibson, L. Management of pneumothorax in children with chronic pulmonary disease. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1977, 74: 834-839.
- Panketh, A., Knight, R., Hodgson, M., Batten, J. Management of pneumothorax in adults with cystic fibrosis. *Thorax* 1982, 37: 850-853.
- Fergusson, L., Imrie, C., Hutchinson, J. Excision of bullae without pneumonectomy in patients with spontaneous pneumothorax. *Br. J. Surg.* 1981, 68: 214-216.
- Flint, K., Hillawi, A., Johnson, N. Conservative management of spontaneous pneumothorax. *Lancet* 1984, 1: 687-688.
- Riordan, J. Management of spontaneous pneumothorax. *Br. Med. J.* 1984, 289: 71.
- Ruckley, C., McCormack, R. The management of spontaneous pneumothorax. *Thorax* 1966, 21: 139-141.
- Bevelacqua, F., Aranda, C. Management of spontaneous pneumothorax with small lumen catheter manual aspiration. *Chest* 1982, 81: 693-694.
- Jones, J. A place for aspiration in the treatment of spontaneous pneumothorax. 1985, 40: 66-67.
- Hamilton, A., Archer, G. Treatment of spontaneous pneumothorax by simple aspiration. *Thorax* 1983, 38: 934-936.
- Horne, N. Spontaneous pneumothorax: Diagnosis and treatment. *Br. Med. J.* 1966, 1: 281-284.
- Reid, J., Stevenson, J., McShaw, N. The management of spontaneous pneumothorax. *Scottish Med J* 1963, 8: 171.
- Wolcott, M., Shaver, W., Jneinings, W. Spontaneous pneumothorax: Management by tube thoracostomy and suction Dis. *Chest* 1983, 43: 78.
- Smith, W., Rothwell, P., Treatment of spontaneous pneumothorax. *Thorax* 1962, 17: 342-349.
- Burnstein, A., Waqaruddin, M., Shah, M. Management of spontaneous pneumothorax using a Heimlich flutter valve. *Thorax* 1973, 28: 386-389.
- Bethune, N. Pleural poudrage: A new technique for the production of pleural adhesion a preliminary to lobectomy. *J. Thorac. Surg.* 1985, 4: 251.
- Goldszler, R., Bnenett, J., Van Campen, J., Rudnitzky, J. Intrapleural tetracycline for spontaneous pneumothorax. *JAMA* 1979, 241: 724-725.
- Jackson, J., Bnenett, M. Chest wall tumour following iodised talc pleurodesis. *Thorax* 1973, 28: 788-793.
- Sengupta, A. The treatment of recurrent spontaneous pneumothorax with iodine and talc poudrage. *Br. J. Dis. Chest* 1973, 57: 197.
- Thomas, P., Gebauer, P. Pleurectomy for recurrent spontaneous pneumothorax. *J. Thorac. Surg.* 1958, 35: 111-117.
- Gobbel, W., Rhea W., Nelson, I., Daniel, R. Spontaneous pneumothorax. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1963, 46: 331-345.
- Thomas, P., Gebauer, P. Results and complications of pleurectomy for bullous emphysema and recurrent pneumothorax. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1960, 39: 194-201.
- Baronowsky, I., Warden, H., Kaufman, J., Whatley, J., Hanner, J. Bilateral therapy for unilateral spontaneous pneumothorax. *J. Thorac. Surg.* 1957, 34: 310-322.
- Stone, S., Boat, T., Mendelsohn, R. et al. Open thoracotomy for pneumothorax in cystic fibrosis. *Am. Rev. Resp. Dis.* 1975, 111: 611-617.
- Mitchell-Hetts, P., Batten, J. Pleurectomy for spontaneous pneumothorax in cystic fibrosis. *Tjorax* 1970, 25: 165-171.
- Marland, A., Glausser, F. Hemodynamic and pulmonary edema protein measurements in a case of re-expansion pulmonary edema. *Chest* 1982, 81: 250-251.
- Glasser, S., Domino, K., Lindgren, L., Parcella, P., Marshall, C., Marshall, B. Pulmonary blood pressure and flow during atelectasis in the dog. *Anaesthesiology* 1983, 58: 225-231.
- McCord, J. Oxygen derived free radical in post ischemic tissue injury. *N. Engl. Med.* 1985, 312: 159-163.