

Análisis de diferentes formas de drenaje torácico en la evacuación de neumotórax secundario a fístula broncopleural experimental

F. Vázquez Rueda, E. Blesa Sánchez, R. Nuñez, M.V. Moñiz Mora.

Servicio de Cirugía Pediátrica. Hospital Universitario Materno-Infantil "Infanta Cristina".
Facultad de Medicina. Universidad de Extremadura. Badajoz. España.

Resumen

El objetivo de este trabajo experimental es conocer la utilidad de distintas formas de drenaje torácico para evacuar un neumotórax y determinar qué sistema produce menor alteración sobre la función respiratoria. Se utilizaron 20 conejos de la raza N.Zelanda, con peso medio de 1.687 \pm 78 g y edad media de 59 días, sometidos al siguiente diseño experimental: Grupo Problema (P): n=10, sometidos a fístula broncopleural transtraqueal y drenaje pleural unilateral. Grupo Control (C): n=10; sometidos a traqueostomía y drenaje pleural unilateral. El tubo pleural se conectó en cada animal sucesivamente, cada 7 minutos, a sistemas de drenaje bajo "sello de agua", con un volumen entre cavidad pleural y sello de 35,58 ml (sistema de Bülow neonatal) y de 3.940 ml (sistema de triple cámara comercializado), así como a aspiraciones de -5 y -20 cm. de agua. Se valoró en cada animal los siguientes parámetros: mortalidad, fluctuaciones de la columna del "sello de agua", frecuencia cardíaca (FC), frecuencia respiratoria (FR), pH y gases en sangre arterial. La mortalidad fue significativamente mayor ($p < 0,001$) durante la conexión al sistema de gran volumen sin aspiración, coincidiendo con mínimas fluctuaciones de la columna del "sello de agua", con un incremento de la PaCO₂ y un descenso de la FC, FR, PaO₂, SaO₂ y pH. La recuperación es mayor al conectar a aspiraciones de -5 y -20 cm. de agua. La utilización de sistemas de drenaje pleural que crean un espacio muerto aéreo voluminoso entre la cavidad pleural y el "sello de agua", en ausencia de aspiración continua resultó ser causa frecuente de mortalidad o de insuficiencia respiratoria. El drenaje torácico bajo "sello de agua" sin aspiración, creemos que debe utilizarse mediante sistema de Bülow con el menor volumen posible.

Palabras clave: Drenaje pleural - Neumotórax experimental - Fístula bronco-pleural.

Summary

The aim of this study was to recognize the utility of several forms of thoracic drainage in the management of experimental pneumothorax and determined which systems produce the least alteration in respiratory function. Twenty New Zealand Rabbits with a mean weight of 1687 \pm 78 grams and mean age of 59 days were distributed as follows: Problem group (P) consisted of ten animals who underwent transtracheal bronchopleural fistula followed by unilateral pleural drainage. Control group (C) consisted of ten animals who underwent a tracheotomy with unilateral pleural drainage. In each animal the pleural tube was connected every seven minutes to underwater tube sealing with a pleural volume of 35.58 ml (Bülow neonatal system) and seal volume of 3940 ml (triple chamber system) using between -5 and -20 cm of negative suction pressure. The following parameters were measured in each animal: mortality, fluctuations in the underwater sealed column, heart rate (HR), respiratory rate (RR), and arterial blood gases. Mortality was significantly greater ($p < 0.001$) when connecting the system to higher volumes without suctioning. This was associated with least fluctuation of the water sealed column, increased PaCO₂, lowering of HR, RR, PaO₂, SaO₂ and pH. Recovery was obtained when the system was connected to the -5 to -

20 cm water suctioning system. Pleural drainage systems that create a significant dead space volume between the pleural cavity and the water sealed system without using suctioning is a frequent cause of mortality and respiratory insufficiency. The underwater thoracic drainage system without suctioning should be used with the minimal possible volume.

Index words: Pleural drainage - Experimental pneumothorax - Bronchopleural fistula.

Resumo

O objetivo deste trabalho experimental é conhecer a utilidade das distintas formas de drenagem torácica para evacuar um pneumotórax e determinar qual sistema produz menor alteração da função respiratória. Utilizou-se 20 coelhos de raça N.Zelanda, com peso médio de 1.687 ± 78 g e idade média de 59 dias, submetidos ao seguinte desenho experimental: Grupo Problema (P): n=10, submetidos a uma fistula broncopleural transtraqueal e drenagem pleural unilateral. Grupo Controle (C): n=10; submetidos a traqueostomia e drenagem pleural unilateral. O tubo pleural conectou-se em cada animal sucessivamente, cada 7 minutos, a sistemas de drenagem sob "selo de água", com um volume entre cavidade pleural e selo de 35,58 ml (sistema de Bülow neonatal) e de 3.940 ml (sistema de triple câmara), assim como a aspiração de -5 e -20 cm. de água. Avaliou-se em cada animal os seguintes parâmetros: mortalidade, flutuações da coluna do "selo de água", frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), pH e gases em sangue arterial. A mortalidade foi significativamente maior ($p < 0,001$) durante a conexão ao sistema de grande volume sem aspiração, coincidindo com mínimas flutuações da coluna do "selo de água", com um aumento da PaCO₂ e uma diminuição da FC, FR, PaO₂, SaO₂ e pH. A recuperação é maior ao conectar a aspirações de -5 e -20 cm. de água. A utilização de sistemas de drenagem pleural que criam um espaço morto aéreo volumoso entre a cavidade pleural e o "selo de água", em ausência de aspiração continua resultou ser causa freqüente de mortalidade ou de insuficiência respiratória. A drenagem torácica sob "selo de água" sem aspiração, cremos que deve utilizar-se mediante sistema de Bülow com o menor volume possível.

Palavras chave: Drenagem Torácica - Pneumotórax experimental - Fistula bronco-pleural.

Introducción

El neumotórax (NTX) consiste en la presencia de aire en la cavidad pleural, transformando el espacio pleural virtual en real. Como consecuencia se produce el colapso pulmonar que puede ser total o parcial. Existen tres tipos de neumotórax: cerrado, abierto y/o a tensión. Se debe sospechar la existencia de una fistula bronco-pleural, cuando se detecta una fuga aérea a través del tubo de drenaje^{1,5}.

Una cavidad pleural intacta normal es necesaria para obtener una ventilación pulmonar correcta. La cavidad pleural ocupada con un sistema de drenaje, podría interferir con la dinámica ventilatoria, ya que las lesiones intrapleurales fisiológicas podrían verse modificadas. La aplicación de una aspiración negativa en la cavidad pleural sana, habitualmente de mayor intensidad que la fisiológica, podría interferir

con la dinámica ventilatoria. Dicha interferencia, en teoría, podría variar dependiendo de la intensidad de la presión negativa aplicada^{1,15}.

El objetivo de este estudio es conocer la utilidad de los distintos tipos de drenaje torácico para evacuar un neumotórax secundario a una fistula bronco-pleural producida en el animal de experimentación y determinar qué tipo de sistema produce menores alteraciones sobre los parámetros clínicos y analíticos de la función respiratoria.

Material y método

Se utilizaron 20 conejos de la raza Nueva Zelanda en su variedad blanca, con un peso medio de 1.687±78,46 g y una media de edad de 59±3 días, sometidos al siguiente diseño experimental: Grupo Problema (P): Constituido por 10 animales so-

metidos a traqueostomía, fistula broncopleural transtraqueal y drenaje pleural unilateral. Grupo Control (C): Constituido por 10 animales sometidos a traqueostomía y drenaje pleural unilateral.

La inducción anestésica se realizó mediante inyección intramuscular de una mezcla al 50% de clorhidrato de ketamina (7,5 mg./Kg.) y propionilpromazina (1,5 mg./Kg). Para el mantenimiento anestésico, se empleó una dosis intravenosa adicional de 1/4 de la mezcla antes mencionada, por la vena marginal del dorso de la oreja. Se cateterizó la arteria central de la misma oreja para medir gases arteriales y equilibrio ácido-base (EAB).

Una vez inmovilizado el animal sobre la mesa de quirófano, se procedió a la monitorización de la frecuencias cardíaca y respiratoria.

Se practicó una toracotomía en el 5º espacio intercostal con la introducción de 1 cm de un tubo pleural nº8, fijándolo al músculo intercostal con un punto de seda 3/0. En cada animal se realizaron conexiones sucesivas de la cavidad pleural, distintos tipos de drenaje torácico en el siguiente orden: a) se conectó a un frasco pequeño (FP) de 35,58 ml. o a un sistema de Bülau neonatal con un nivel de agua que actúa como sello, y b) a un frasco de mayor volumen (FG) un 3.940 ml que consta de 3 cámaras: para la recolección de fluidos, para estancamiento subacuático y cámara para la válvula reguladora de la intensidad de la aspiración negativa, que permite realizar aspiraciones de -1 a -25 cm de agua, mediante un aspirador eléctrico.

Se comprobó la correcta colocación en el espacio pleural del tubo pleural, observando las oscilaciones de la columna del líquido de drenaje bajo "sello de agua", en ambos sistemas, anotando las fluctuaciones en cm de la columna hidrostática, en los distintos grupos de ensayo.

Una vez insertado el tubo pleural, se fijó al animal en decúbito supino con el cuello en hiperextensión y previo rasurado de la región cervical anterior, se practicó cervicotomía transversa supraesternal de unos 2 cm de longitud. Se disecó la tráquea en toda su circunferencia, en una longitud de unos 4 cm y se incidió transversalmente entre dos anillos traqueales, sin seccionar su cara dorsal, para evitar su desplazamiento. Dos puntos en los ángulos cartílago-membranosos de ambos cabos traqueales, ayudaron para fijar un tubo endotraqueal nº 2,5 para neonatos.

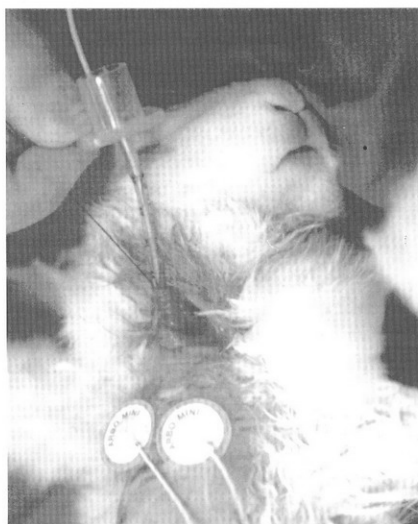


Fig. 1A: Técnica de producción de la fistula broncopleural.



Fig. 1B: Control radiológico tras neumotórax derecho experimental.

Para producir la fistula broncopleurale (FBP), tras clampeo el tubo pleural, se introdujo por el tubo traqueal, una guía metálica con la punta ligeramente curva, dirigida hacia el pulmón derecho, hasta perforar la pleura visceral (Fig. 1A). Al retirar la guía se comprueba la producción del neumotórax (Fig.1B). El animal respira espontáneamente o con ventilación asistida, manteniendo permeable la fistula broncopleurale, igual que en los animales del grupo control sometidos a traqueostomía pero sin fistula.

A los 2' tras la producción del neumotórax, se desclameó el tubo pleural y se procedió a su evacuación, comprobándose por el burbujeo producido en el "sello de agua", primero en el frasco pequeño y después en el de volumen mayor. El mismo procedimiento se realizó con el mayor, mediante aspiraciones de -5 y -20 cm de agua.

Para confirmar la evacuación del aire intrapleurale tras el drenaje, se realizaron controles radiológicos a los 5 minutos.

Se valoraron los siguientes parámetros: Mortalidad intraoperatoria, fluctuaciones de la columna de líquido del frasco de drenaje, FC, FR, gasometrías arteriales (PaCO₂, PaO₂, SaO₂) y EAB. Los controles de la FC y FR se realizaron, en primer lugar, tras la anestesia y monitorización basal del animal y luego durante la cateterización arterial, junto a la primera extracción de muestra para gasometría (Fig. 2). Posteriormente, se practicaron controles en cada uno de los 4 momentos del estudio (conexión a FP, a FG, y a aspiraciones de -5 y -20 cm de agua), y den-

tro de cada momento, antes de realizar el NTX en el grupo problema o de pinzar el tubo pleural en el grupo control, a los 2' tras el NTX o clampeo y a los 5' del drenaje pleural en ambos grupos.

Se valoró la morbi-mortalidad intraoperatoria en ambos grupos, desde que el animal es anestesiado hasta el final de la experiencia, cuando es sacrificado mediante inyección intravenosa de pentobarbital sódico. A continuación, se practicó esternotomía media y se aisló en bloque el corazón y los pulmones, que se introdujeron en agua y mediante un tubo endotraqueal, se insuflaron hasta alcanzar un volumen equivalente a la capacidad pulmonar total (CPT). Posteriormente, se inyectó agua a presión, con el objeto de detectar posibles fugas por defectos en la pleura visceral debidos a la toracostomía. A los animales sometidos a fistula broncopleurale derecha, tras extraer los pulmones, se comprobó el defecto pleural a volumen residual, mediante la rápida insuflación a volúmenes próximos a CPT. Mediante insuflaciones repetidas de aire, se buscaron deformidades en el defecto pleural sugestivas de mecanismo valvular.

En cuanto a la metodología estadística, se utilizó el test exacto de Fisher para valorar la mortalidad intraoperatoria entre los grupos de ensayo y el test de Wilcoxon (suma de rangos) para valorar las fluctuaciones de la columna hidrostática de los sistemas de drenaje bajo "sello de agua", así como para comparar los resultados de cada variable cuantitativa analizada entre ambos grupos, en los distintos momentos de la toma de controles.

	Monitorizac. FC y FR	Cateterizac. Arterial.	Aspiración Pleural											
			Frasco Pequeño			Frasco Grande			-5 cm. H2O			-5 cm. H2O		
			Basal	Neumotorax	Drenaje	Basal	Neumotorax	Drenaje	Basal	Neumotorax	Drenaje	Basal	Neumotorax	Drenaje
P P P	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Gasometrías		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
C. Radiológ.			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
C C C	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
			Pinzado	Pinzado	Pinzado	Pinzado	Pinzado	Pinzado	Pinzado	Pinzado	Pinzado	Pinzado	Pinzado	Pinzado
			2'	5'		2'	5'		2'	5'		2'	5'	

Fig. 2: representación esquemática de la toma de controles. P: grupo problema. C: grupo control.

Resultados

No hubo mortalidad intraoperatoria en el grupo control sometido a traqueostomía y drenaje pleural. En el grupo problema se produjeron dos fallecimientos (uno al practicar el tercer neumotórax y el otro tras conectarlo a aspiración pleural de -5 cm de agua). En las necropsias, el aspecto macroscópico de los pulmones era normal, sin lesiones atelectásicas ni hemorrágicas y no se encontraron defectos en la pleura visceral que pudieran haber sido provocados accidentalmente por la inserción del tubo pleural o durante la inserción de la guía metálica utilizada en la fistula bronco-pleural. Tampoco se detectó ninguna perforación diafragmática ni de vísceras abdominales. En los pulmones con FBP provocada experimentalmente, el trayecto fistuloso se localizó a nivel del lóbulo anterior en 4 casos, en el lóbulo posterior o diafragmático en 4 y a nivel del lóbulo álgico posterior del pulmón derecho en 2 (Fig. 3).

Las fluctuaciones de la columna del frasco de drenaje bajo "sello de agua", presentaron diferencias significativas en los animales de ambos grupos durante las conexiones a los frascos de distinto volumen, como se demuestra por las escasas fluctuaciones de la columna del FG: $0,46 \pm 0,17$ cm. comparado con las mayores oscilaciones al conectar al FP: $9,3 \pm 0,67$ cm. ($p < 0,001$).

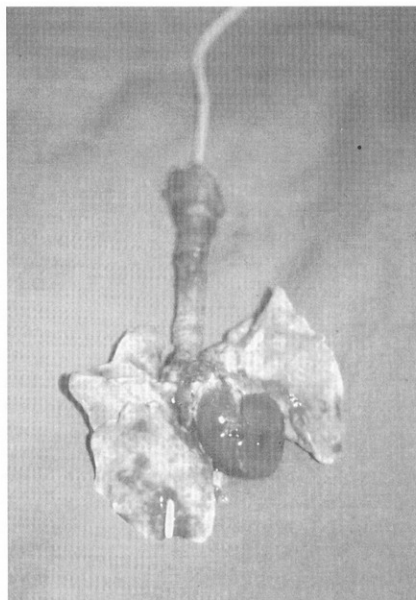


Fig. 3: pieza de necropsia: Aspecto macroscópico de la fistula bronco-pleural.

Toma de controles		FC.	FR.	PaCO ₂	PaO ₂	SaO ₂
Monitorización		255 ± 19,4	122 ± 35,5	-	-	-
Cateterización Arterial		248 ± 25,8	110 ± 28,5	42,9 ± 5,69	98,8 ± 12,6	96,8 ± 1,27
Frasco Pequeño	B	225 ± 22,2	79,4 ± 10,6	-	-	-
	P	201 ± 46,5	48,8 ± 11,6	43,6 ± 5,38	73,4 ± 12,2	93,1 ± 2,07
	D	216 ± 28,9	84,5 ± 14,6	43,4 ± 5,56	73,9 ± 13,5	93,2 ± 2,77
Frasco Grande	B	203 ± 37,8	84,6 ± 13,5	-	-	-
	P	177 ± 51,9	60,1 ± 23,1	45,0 ± 3,99	66,9 ± 20,2	89,7 ± 6,08
	D	164 ± 73,7	89,6 ± 13,3	45,6 ± 7,02	63,9 ± 19,7	89,7 ± 6,08
Aspiración Pleural -2 cm. H ₂ O	B	187 ± 65,5	93,4 ± 17,7	-	-	-
	P	178 ± 65,0	65,9 ± 30,8	43,5 ± 10,3	59,0 ± 20,5	83,7 ± 13,2
	D	200 ± 29,1	87,4 ± 16,9	43,4 ± 5,21	68,9 ± 31,3	87,7 ± 12,4
Aspiración Pleural -20 cm. H ₂ O	B	201 ± 42,4	88,9 ± 22,0	-	-	-
	P	199 ± 42,0	60,9 ± 22,8	44,5 ± 6,10	72,9 ± 31,9	89,6 ± 8,87
	D	217 ± 36,1	76,4 ± 12,0	43,3 ± 6,32	75,6 ± 32,4	89,3 ± 11,2

B= Basal P= Pinzado D= drenaje

Tabla 1: Valores medios y desviaciones estandar de la Frecuencia Cardíaca (FC), Frecuencia Respiratoria (FR) y de los controles analíticos correspondientes a los animales del Grupo Problema sometido a fisula broncopulmonar transtraqueal y drenaje pleural unilateral (P)

Toma de controles		F.C.	F.R.	PaCO ₂	PaO ₂	SaO ₂
Monitorización		250 ± 33,2	102 ± 34,3	-	-	-
Cateterización Arterial		223 ± 39,6	91,4 ± 20,3	-	-	-
Frasco Pequeño	B	232 ± 32,1	96,7 ± 17,9	-	-	-
	P	220 ± 23,8	86,3 ± 15,8	45,1 ± 4,21	102 ± 17,8	96,4 ± 2,00
	D	236 ± 20,4	92,9 ± 18,0	46,3 ± 5,64	100 ± 17,2	96,4 ± 1,92
Frasco Grande	B	229 ± 19,3	106 ± 22,2	-	-	-
	P	228 ± 24,4	82,3 ± 18,4	46,1 ± 5,35	87,5 ± 19,6	93,9 ± 5,19
	D	212 ± 29,5	107 ± 24,0	47,7 ± 5,17	76,9 ± 15,5	91,5 ± 6,65
Aspiración Pleural -5 cm. H ₂ O	B	220 ± 25,6	112 ± 22,0	-	-	-
	P	215 ± 43,2	70,1 ± 24,6	47,7 ± 6,40	46,4 ± 23,0	89,6 ± 9,53
	D	227 ± 55,5	115 ± 38,2	46,7 ± 5,15	74,6 ± 16,9	91,6 ± 5,53
Aspiración Pleural -20 cm. H ₂ O	B	215 ± 48,5	115 ± 28,3	-	-	-
	P	202 ± 66,6	75,0 ± 15,3	46,2 ± 4,40	59,9 ± 14,4	85,1 ± 6,40
	D	228 ± 24,5	104 ± 16,0	45,8 ± 5,14	68,2 ± 16,0	88,7 ± 11,1

B= Basal P= Pinzado D= drenaje

Tabla 2: Valores medios y desviaciones estándar de la Frecuencia Cardíaca (FC), Frecuencia Respiratoria (FR) y de los controles analíticos correspondientes a los animales del Grupo Control sometido a traqueostomía y drenaje pleural unilateral (C)

Se produjeron caídas de la FC al producir la FBP, con recuperación tras evacuar el neumotórax, excepto cuando se drenan a FG, en cuyo caso se intensifica la bradicardia. La aspiración pleural produce una elevación de la FC.

En cuanto a la FR, se observa una llamativa caída durante la producción de la FBP. La afectación fue menor en los animales del grupo control. La aspiración pleural produce una elevación de la FR tanto en los grupos controles como en los problema. Se observa una menor FC y FR, a lo largo de toda la experiencia, tras practicar la traqueostomía (Tablas 1 y 2).

Existe un comportamiento homogéneo de la PaCO₂ en los controles y en los sometidos a FBP, mientras que se eleva de forma llamativa los animales conectados al FG. Durante la aspiración pleural de -5 y -20 cm. de agua, se producen caídas de la PaCO₂, siendo mayores a -20 cm. de agua. Los valores de la PaO₂ y SaO₂ se corresponden inversamente con los valores de la PaCO₂ (Tablas 1 y 2). Se observó una caída importante del pH durante la conexión al FG. Durante las aspiraciones a -5 y -20 cm. de agua se produjeron elevaciones del pH correlacionadas con los descensos de la PaCO₂. En cuanto al resto de los parámetros del EAB se correlacionan con el pH y las gasometrías.

La radiología fue útil para verificar qué tipo de sistema de drenaje era el más efectivo para evacuar el

NTX. En el caso del drenaje a "sello de agua" sin aspiración, se observó un NTX residual, sin embargo, la aspiración pleural ha permitido en todos los casos, la reexpansión pulmonar completa y la total evacuación de la cavidad pleural. La presencia de FBP se evidenció radiológicamente al introducir la guía radiopaca a través de la tráquea y producir el neumotórax. En ningún caso se evidenció neumotórax contralateral debido a rotura de la pleura mediastínica.

Discusión

El conejo es un buen animal para llevar a cabo estudios fisiopatológicos del aparato respiratorio, ya que, a diferencia de otros mamíferos como el perro, utilizados para producir neumotórax experimental, el conejo presenta ambas cavidades pleurales separadas, por lo que mantiene la presión negativa intrapleural en el pulmón sano^{16,17}.

En nuestra experiencia, hubo una mortalidad intraoperatoria del 20 % en el grupo problema durante su conexión a FG. Esta elevada mortalidad se debe a que este sistema amplía el espacio pleural en el exterior del tórax en casi 4 litros, lo que podría interferir en la mecánica ventilatoria pulmonar del conejo, ya que este precisa un trabajo respiratorio adicional para movilizar dicho volumen y mantener así, las oscilaciones de la presión negativa intrapleural^{18,21}.

Las fluctuaciones de la columna del FP son similares en todos los grupos, sin embargo, disminuyen de forma muy manifiesta cuando se conecta a FG. Estas diferencias pueden ser debidas al aumento del volumen extrapleural, que repercute de forma desfavorable sobre la presión final obtenida, siendo insuficiente el trabajo respiratorio, como expresan las pequeñas oscilaciones de la columna de agua^{9,10,22,23}.

La elevación de la FC, tras la producción del NTX, puede ser explicada por los mecanismos fisiopatológicos descritos para esta entidad^{5,24-30}. El comportamiento diferente tras el drenaje del NTX a FG, puede deberse al efecto desfavorable que sobre la menor FC basal tendría el estímulo de las terminaciones nerviosas vagales al estar sometidos a traqueostomía^{2,3,15,23}.

La caída de la FR tras la producción de la FBP, puede deberse a que la taquipnea transitoria que se produce por el reflejo de deflación de Hering-Breuer inmediatamente tras el colapso pulmonar, va seguida de bradipnea^{1-27,31}. Por el contrario la aspiración pleural, provoca el mismo efecto que la distensión alveolar, que a través del reflejo de insuflación de Hering-Breuer, donde, la estimulación vagal inhibe el centro respiratorio, disminuyendo la FR, con recuperación rápida de la misma^{1,23,27,31}. El efecto de la traqueostomía sobre la FR puede deberse a que mejora la ventilación, porque disminuye la resistencia al flujo aéreo durante la inspiración y la espiración, reduciendo el espacio muerto en un 50%^{1,34}.

Creemos que la hipercapnia de los animales del grupo Problema, se explica por los mecanismos aceptados para la fisiopatología del neumotórax^{24,28,30,32}. La no recuperación de las cifras de PaCO₂ en los animales sometidos a NTX, tras el drenaje a "sello de agua" al contrario de lo que ocurre con la aspiración negativa, evidencia, a nuestro juicio, la menor efectividad del primer sistema para drenarlo, por la existencia de un NTX residual, ya que requieren presiones intrapleurales positivas, superiores a la altura del "sello de agua", para permitir la evacuación total del aire intrapleural. Los animales sometidos a FBP, no sufrieron una alteración marcada de la PaCO₂, debido posiblemente a que estaban ventilados para mantener permeable la fistula, lo que podría mejorar la ventilación del pulmón sano.

Las caídas de la PaCO₂ con la aspiración pleural las consideramos secundarias a la evacuación más

efectiva del NTX, aunque no descartamos otros factores como la distensión alveolar producida por la aspiración pleural, que mejoraría la difusión del CO₂ a nivel alveolar, lo que unido a la mayor solubilidad de este gas, haría que se intercambiase de forma más rápida y efectiva que el O₂^{1,2,23}. Los disturbios en la mecánica ventilatoria inducen una alteración en el intercambio gaseoso, lo que ocasiona no sólo la alteración en el CO₂, como signo de mala ventilación, sino también una menor PaO₂ y SaO₂^{28,29}. Llama la atención que los animales del grupo control presentan una mayor caída de los valores de PaO₂ y SaO₂ que los sometidos a FBP, sin recuperación al someterlos a aspiración pleural.

En cuanto a las modificaciones del EAB son más lentas que las que se producen en el carbónico y el pH, debido posiblemente a la mayor lentitud de los mecanismos encargados de corregir las alteraciones del EAB por el sistema buffer^{5,24,31}.

Una vez realizado el análisis de los resultados, las conclusiones fueron:

1ª.- La producción del neumotórax secundario a fistula bronco-pleural, provoca disminución de la FC, FR, PaO₂, SaO₂ y pH y elevación de la PaCO₂.

2ª.- El drenaje a frasco de gran volumen, se acompaña de mínimas fluctuaciones de la columna del "sello de agua", lo que evidencia la interferencia de este procedimiento de drenaje sobre la mecánica ventilatoria, haciendo que el esfuerzo respiratorio no sea capaz de provocar modificaciones de la presión pleural útil para producir movimientos respiratorios eficaces.

3ª.- El drenaje bajo "sello de agua" con frasco de gran volumen sin aspiración, se acompañó de una elevada mortalidad, por lo que no lo consideramos indicado como medida terapéutica para la evacuación del neumotórax.

4ª.- El procedimiento más eficaz de drenaje del neumotórax, ha sido la aspiración pleural con presiones negativas, sin que existan diferencias significativas cuando se hacen a -5 o a -20 cm. de agua.

Bibliografía

1. West JB: Respiratory physiology. 4th edition. Baltimore. Williams & Wilkins, 113-128, 1990.
2. Guyton AC: Tratado de Fisiología Médica. 8ª ed. México. Ed. Interamericana McGraw Hill, 419, 1993.

3. Ganong WF: Fisiología Médica. 14ª ed. México. Ed. El Manual Moderno, 1995, 696.
4. Avery ME, Fletcher BD: The lung and its disorders in the newborn infant. 3rd ed. Philadelphia. WB Saunders Co., 203, 1974.
5. Ruza F: Principios básicos de Fisiología pulmonar. En: Ruza F, Tratado de Cuidados Intensivos Pediátricos. 2ª ed. Madrid. Ed. Norma S.A., 307-329, 1993.
6. Nialer HC: The pleura. En: Sabiston DC Jr, Spencer FC, eds, Gibbon's surgery of the chest. 4th ed. Philadelphia. WB Saunders Co.: 393, 1983.
7. Welch KJ, Randolph JG, Ravitch MM et al. Pediatric Surgery. 4th ed. Chicago. London. Year Book Medical Publisher Inc. Vol 1, 233-236, 1986.
8. Batchelder TL, Morris KA: Critical factors in determining adequate pleural drainage in both the operated and nonoperated chest. Am Surg.; 28: 296-302, 1962.
9. Emerson DM, McIntyre RN: A comparative study of the physiology and physics of pleural drainage systems. J Thorac Cardiovasc Surg.; 52: 40-46, 1966.
10. Roe BB: Physiologic principles of drainage of the pleural space. Am J Surg.; 96: 246-253, 1958.
11. Rothberg AD, Marks KH, Maisels MJ et al. Understanding the pleurevac. Pediatrics; 67: 482-484, 1981.
12. Allen RW, Jungal, Lester P: Effectiveness of the chest tube evacuation of pneumothorax in neonates. J Pediatr.; 99: 629-634, 1981.
13. Wood B, Dubik M: A new device for pleural drainage in newborn infants. Pediatrics; 95:956, 1995.
14. Martínez Ibañez V, Fina A, Salcedo S, et al.: Actitud quirúrgica ante el neumotórax neonatal persistente. Cir Pediatr.; 2: 76-78, 1989.
15. Wang NS: Anatomy and physiology of the pleural space. Clin Chest Med.; 6: 3-16, 1985.
16. Davidson JT, Wasserman K, Lillington GA, et al: Effect of aging on respiratory mechanics and gas exchange in rabbit. J Appl Physiol; 21: 837-842, 1966.
17. Don S, Cohen MD, Kruger RA, et al. : Rabbit pneumothorax: Feasibility of an animal model to simulate neonatal pneumothorax. Invest Radiol.; 29: 558-563, 1994.
18. Imler KS, Sahn SA: Chest tubes: Indications, technique, management and complications. Chest, 91: 258-264, 1987.
19. Ruherford RB, Hurt W, Brickman RD, et al. The pathophysiology of progressive tension pneumothorax. J Trauma.; 8: 212-227, 1968.
20. Farhi LE, Otis AB, Proctor DF: Measurements of intrapleural pressure at different points in the chest of the dog. J Appl Physiol.; 10: 15-18, 1957.
21. DE Troyera, Yernault JC, Rodestein D: Pulmonary function in the patients with pulmonary spontaneous pneumothorax. Bull Eur Physiopathol Respir.; 14: 31-39, 1978.
22. Munnell ER, Thomas EK. Current concepts in thoracic drainage systems. Ann Thorac Surg.; 19: 261-268, 1975.
23. Nuñez P, Muñoz JA, Vázquez F et al: Repercusión de distintas formas de drenaje torácico sobre la función respiratoria. Cir Pediatr.; 9: 28-31, 1996.
24. Levin DC: Essentials of paediatric intensive care. 1ª ed. St. Louis. Missouri. Quality Medical Publishing Inc.: 640-643, 1990.
25. Vukich DJ: Diseases of the pleural space. Emerg Med Clin North Am.; 7: 309-332, 1989.
26. Jantz MA, Pierson DJ: Pneumothorax and barotrauma. Clin Chest Med.; 15: 7591, 1994.
27. Monin P, Vert P. Neumotórax. En: Stern L, Clínicas de Perinatología. Aparato Respiratorio. México. Ed. Interamericana; 1978, 5: 336-350.
28. West JB: Fisiopatología pulmonar. Conceptos fundamentales. 2ª ed. Buenos Aires. Ed. Médica Panamericana S.A., 100-102, 1989.
29. Crofton J, Douglas A: Pneumothorax and mediastinal emphysema. En: Respiratory diseases. 3d ed. Oxford. Blackwell Scientific Publications, 541, 1981.
30. Gustman P, Yerger L, Wanner P: Immediate cardiovascular effects of tension pneumothorax. Am Rev Respir Dis; 127: 171-174, 1983.
31. Naclerio EA: Traumatismos torácicos. Principios fisiológicos y tratamientos de urgencia. Ed. Científico-Médica S.A., Barcelona, 1973.
32. Chernick V, Mellins RB: Development physiology of the lung. En: Chernick V, Mellins RB. Basics mechanisms of pediatric respiratory diseases. 2ª ed. Philadelphia. BC Decker eds., 55-145, 1991.

Trabajo aceptado para su publicación en Julio del 2000.

Dr. Fernando Vázquez Rueda
C/Nicolás Albornoz 7, 1º dcha.
E-14940-Cabra (Córdoba)
España.