

---

# Barotrauma por ventilación mecánica en niños en estado crítico

---

*\* Dr. César Rene Zavala Avalos, \*\* Dr. Juan José Díaz Miranda.*

---

**SUMARIO:** Se estudiaron 77 pacientes que ingresaron a la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del Instituto Nacional de Pediatría, México, D.F., en el período comprendido del 1 de abril al 20 de diciembre de 1985, que requirieron ventilación mecánica. Se excluyeron del estudio los pacientes que presentaron como causa de Insuficiencia Respiratoria, procesos asmáticos y cuerpo extraño en vías aéreas, ya que éstos requieren criterios especiales de manejo ventilatorio, así como aquellos pacientes que permanecieron bajo ventilación mecánica menos de 6 horas.

Fueron eliminados del presente trabajo aquellos pacientes en los cuales el seguimiento de la evolución no se llevó en forma completa, o no se consignaron los datos, cualquiera que fuera la causa, así como aquellos pacientes cuyo egreso fue por alta voluntaria. De los 77 pacientes estudiados, 45 correspondieron al sexo masculino y 32 al sexo femenino, no hubo diferencia significativa pero

18/45 masculinos fueron lactantes menores. Desarrollaron Barotrauma 38/77 pacientes, tampoco hubo diferencia significativa en cuanto a edad y sexo, sin embargo 14/24 pacientes masculinos fueron lactantes menores. 33/38 pacientes de Barotrauma cursaron con Sobre distensión Pulmonar, siendo con mucho el tipo de Barotrauma más frecuente. Sí hubo diferencia significativa en edad y Barotrauma, 19/38 pacientes de Barotrauma fueron lactantes menores, así como 13/39 de los pacientes que no sufrieron Barotrauma tenían más de 6 años de edad. También 24/33 pacientes con Sobre distensión Pulmonar tenían menos de 1 año de edad. La mortalidad no pudo ser sometida a pruebas de significancia estadística, debido al tamaño de la muestra. Se concluye que la Sobre-distensión Pulmonar es el tipo de Barotrauma más frecuente, que el grupo con mayor morbilidad es el de los lactantes menores, y que a pesar de que no hubo diferencia significativa, la mayor parte de los que murieron tenían menos de 1 año de edad.

## I. INTRODUCCIÓN

La insuficiencia respiratoria es la causa de ingreso más frecuente de pacientes pediátricos a una sala de Cuidados Intensivos (1). Se considera que los pacientes presentan este síndrome cuando con ven-

---

\* Ex-Jefe de Residentes Terapia Intensiva Pediátrica, Instituto Nacional de Pediatría, México, D.F.

\*\* Jefe de la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica, Instituto Nacional de Pediatría, México, D.F.

tilación espontánea y en presencia de aire ambiental, son incapaces de sostener una tensión de oxígeno mayor de 50 mmHg y/o una tensión de bióxido de carbono menor de 50 mmHg (2).

El uso de la ventilación mecánica es actualmente una de las medidas de mayor eficacia, tanto en la terapéutica como en el sostén de los pacientes con insuficiencia respiratoria y consiste en la administración, mediante presión positiva intratorácica, de una mezcla de gases {oxígeno y aire), para lo cual se utilizan los aparatos denominados ventiladores, los cuales fundamentalmente son de tres tipos: aquellos en los que el ciclaje está limitado por presión, los limitados por volumen y los limitados por tiempo.

La ventilación mecánica ha demostrado su utilidad con el transcurso de los años, sin embargo su uso no está exento de riesgos, ya que este método es antifisiológico (3).

En consecuencia, todos aquellos estudios, que están encaminados hacia la descripción de los riesgos que implica el uso de la ventilación mecánica, son de importancia sobre todo en la prevención de los mismos.

Las complicaciones que se pueden presentar por el uso de la ventilación mecánica son de diversos tipos y se han clasificado por varios autores, siendo la más aceptada actualmente, la propuesta por Stauffer en 1982, en la cual las divide en:

- a) Las complicaciones producidas por la cánula endotraqueal o su colocación.
- b) Las complicaciones causadas durante el uso del ventilador.
- c) Las complicaciones que se producen durante la extubación.

Dentro de las complicaciones que se producen durante el uso del ventilador (Grupo b), considera el autor de esta clasificación, que se pueden distinguir dos subgrupos: las complicaciones ocasionadas por falla del aparato y las complicaciones de tipo médico, definiendo a este último subgrupo, como las complicaciones en las cuales la decisión tera-

péutica o las maniobras efectuadas en el paciente influyen primordialmente en su aparición, y es precisamente en este subgrupo donde se encuentra clasificada la entidad nosológica que es motivo de nuestro estudio: el Barotrauma; otras serían Neumonía y Atelectasias (4).

Los primeros reportes que aparecen en la literatura sobre estas complicaciones corresponden a los albores de la ventilación mecánica con presión positiva y datan de la década de los 40 y 50 (5), sin embargo no fue hasta finales de la década de los 60 y principios de los 70, en que gracias a un aumento en la sobrevivencia de los pacientes en estado crítico, las complicaciones de la ventilación mecánica cobraron mayor importancia y se reconocieron mejor (6, 7). En el presente estudio dirigiremos nuestra atención hacia una de las complicaciones más frecuentes, el Barotrauma, definiéndose este como el daño a nivel pulmonar ocasionado por el uso de la presión positiva intratorácica; se manifiesta por sobredistensión pulmonar, enfisema intersticial, neumotorax y/o neumomediastino, considerándose que estas formas de presentación son una continuidad de un mismo proceso, con diferentes grados de intensidad(8).

La sobredistensión pulmonar se caracteriza por un tórax abombado, con hipersonoridad a la percusión y radiográficamente, en la placa tele de tórax se observa una imagen pulmonar radiolúcida, con abatimiento de hemidiafragmas y senos costodia-fragmáticos, horizontalización y ensanchamiento de los espacios intercostales y, en casos severos, disminución de la silueta cardiaca la cual da una imagen de "corazón en gota".

La sobredistensión pulmonar se asocia al uso de presiones elevadas, a grandes volúmenes corrientes, a la presión telespiratoria exagerada o invertida (PEEP) y a presión positiva continua a las vías aéreas (CPAP) (9,10,11).

Zwillich (1974) en un estudio prospectivo practicado en adultos, reportó una frecuencia del 11% de sobredistensión pulmonar en 354 episodios de ventilación mecánica (12). Este autor encontró que la sobredistensión pulmonar se asocia al uso prolongado del ventilador y a la intubación accidental del bronquio principal

derecho.

La sobredistensión pulmonar se define como la hiperinsuflación de ambos pulmones, aún cuando puede ser lobar o segmentaria; generalmente obedece a atrapamiento del aire introducido durante la inspiración, ya sea por una presión excesiva, tiempos inspiratorios demasiado largos (más de 0.7 segundos), relación Inspiración/Espiración inadecuada o invertida, presión teleespiratoria positiva (PEEP) exagerada o "inadvertida", o bien, mecanismos valvulares por retención de secreciones.

Clínicamente el paciente exhibe un tórax cilíndrico "en tonel", semejando a los estados enfisematosos, limitación en los movimientos de Inspiración/Espiración o asimetría de la caja torácica cuando solamente un pulmón o lóbulo pulmonar es el afectado.

Radiológicamente se caracteriza por:

- Hiperlucidez radiológica
- Disminución del índice cardiorácico
- Herniación del parénquima pulmonar a través de los espacios intercostales.
- Horizontalización de la parrilla costal
- Abatimiento de ambos diafragmas
- Más de 8.5 espacios costales en inspiración o estos mismos cuando la placa de tórax fue tomada erróneamente en espiración.

El Enfisema Intersticial se define como aire dentro del espacio intersticial pulmonar, el cual en condiciones de normalidad, es virtual o mínimo, dadas las características propias del tejido pulmonar; sin embargo cuando existen sobredistensiones alveolares y rupturas de sus paredes, el aire contenido dentro de estos se fuga y ocupará el intersticio pulmonar que según su gravedad, se manifestará radiológicamente, como pequeños espacios intersticiales de distribución homogénea en ambos campos pulmonares, o bien como verdaderos sacos aéreos.

El Enfisema Intersticial presenta datos clínicos y

radiológicos muy semejantes a la sobredistensión pulmonar pero con la diferencia de que en la imagen radiográfica se aprecian zonas pulmonares semejantes a "bulas" o sacos aéreos. Esto implica mayor daño pulmonar que la sobredistensión, ya que existe ruptura alveolar (13).

El enfisema intersticial ha sido estudiado en adultos con síndromes de insuficiencia respiratoria progresiva y en neonatos.

En neonatos se reporta con una frecuencia de 16.60/0 en pacientes con membrana hialina sometidos a ventilación mecánica (14). Se refiere además que su aparición tiene relación con las maniobras de reanimación mal efectuadas, con la intubación accidental bronquio principal derecho y además que su aparición se relaciona con un aumento en la mortalidad (11). Desconocémosla frecuencia con la cual se presenta en la edad pediátrica en general, desconocemos como se presenta en los diferentes grupos de edad, y la frecuencia de aparición en nuestro medio.

Las Bulas Enfisematosas son el grado extremo de enfisema intersticial, cuando el aire presente en el intersticio es tanto, que lo rompe, provocando continuidad con el alveolo, formando verdaderos sacos aéreos.

El Neumomediastino se define como la presencia anormal de aire dentro de la cavidad mediastínica, ya sea anterior o posterior, formándose como producto del paso del aire a través de los espacios peri-vasculares y nerviosos, después de haber existido sobredistensiones y rupturas alveolares.

Clínicamente no presenta en la mayoría de los casos, manifestaciones importantes excepto cuando su severidad es tal, que pueda producir angulaciones de los grandes vasos, con la consecuente alteración hemodinámica. Su diagnóstico es estrictamente radiológico.

El Neumotorax es la presencia anormal de aire en la cavidad pleural, el cual según su magnitud puede ser incipiente y a tensión, con el consecuente colapso pulmonar y angulación de los grandes vasos, provocando alteraciones hemodinámicas generalmente fatales; puede ser unilateral o bilateral, con-

siderándose este último necesariamente mortal sino se establece un diagnóstico oportuno y medidas terapéuticas inmediatas.

El Neumotorax se manifiesta clínicamente por hipersonoridad del tórax a la percusión, con ausencia de ruidos respiratorios y deterioro de las condiciones del paciente, además, en casos severos, existe un rechazo del área cardíaca hacia el lado contrario (neumotorax a tensión). Radiográficamente se observa colapso del pulmón afectado, con presencia de aire en la cavidad pleural, y en caso de neumotorax a tensión, se observa la silueta cardíaca rechazada.

Esta entidad representa mayor daño pulmonar que los dos anteriores pero se pueden considerar juntas, ya que presentan una misma fisiopatología, en este caso existe ruptura alveolar con disección de la vaina perivascular y escape de aire. Cuando este es hacia mediastino se produce el neumomediastino, pero cuando es a la cavidad se produce el neumotorax y es muy frecuente que estén asociados (15).

La frecuencia del neumotorax se reporta de 4.20/o y se refiere que su aparición está asociada a la intubación accidental del bronquio principal derecho, además su aparición guarda relación inversa con la edad (3). En pacientes pediátricos (neonatos) se reporta que su aparición guarda relación con un aumento de la mortalidad, principalmente en presencia de membrana hialina (16).

## MATERIAL Y MÉTODO

Se estudiaron 77 pacientes, que ingresaron a la Unidad de Terapia Intensiva del I.N.P., en el período comprendido del 1 de abril al 20 de diciembre de 1985, y que requirieron ventilación mecánica.

Se excluyeron del estudio los pacientes que presentaron como causa de Insuficiencia Respiratoria, procesos asmáticos y cuerpo extraño en vías aéreas, ya que estos requieren criterios especiales de manejo ventilatorio, así como aquellos pacientes que permanecieron bajo ventilación mecánica menos de 6 horas.

Se eliminaron del presente trabajo, aquellos pacientes en los cuales el seguimiento de la evolución no

se llevó en forma completa, o no se consignaron los datos, cualquiera que sea la causa, así como aquellos pacientes cuyo egreso fue por alta voluntaria.

El estudio radiográfico de tórax se llevó a cabo siguiendo la rutina de sala, de toma de placa de tórax en cada mañana, y en los casos especiales de neumotorax y/o neumomediastino, toma seriada de radiografía de tiempo dictados por la evolución clínica.

Análisis estadístico: los análisis efectuados se realizaron en la IBM 4361 de la Subdirección de Intormática, DIF.

Se utilizó el paquete de programas de computadora denominado "BIOMEDICAL COMPUTER PROGRAMS, Series "P" editado por Dixon, M. en la Universidad de California.

Las pruebas estadísticas practicadas fueron en función de la escala de medición de la variable en cuestión por lo que se realizó prueba de Chi-cuadrada en las variables de tipo categórico.

En las variables continuas, se practicó prueba de T de Student para la contrastación de grupos, bajo el supuesto de homogeneidad de varianzas, habiéndose probado dicho supuesto mediante prueba de F. Las pruebas de F de Student se realizaron también mediante el programa de Análisis de Va-rianza.

## RESULTADOS

De los 77 pacientes estudiados, 45 correspondieron al sexo masculino y 32 al sexo femenino. No hubo diferencia significativa:  $X^2 = 2.535$ , 8.1.4, P 0.05. Sin embargo 18/45 masculinos fueron lactantes menores. Ver Cuadro No. 1. Se aplicó análisis de varianza para determinar significancia en cuanto a sexo: se obtuvo una media de 3.603, D.E. de 5.056 y  $P > 0.05$ , de manera que tampoco fue significativa.

El estadístico T para la contrastación de la Edad fue de -0.44, g.1.75, con  $P > 0.05$ , N.S.

Desarrollaron Barotrauma 38/77 pacientes, de es-

**CUADRO No. 1**  
**TOTAL DE PACIENTES ESTUDIADOS POR**  
**BAROTRAUMA**  
**DISTRIBUCION POR SEXO**

	M	F	TOTAL
Recién nacidos	7	7	14
Lactantes menores	18	8	26
Lactantes mayores	5	3	8
Preescolares	4	5	9
Escolar/Adolescente	11	9	20
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>32</b>	<b>77</b>

$\chi^2 = 2.535$  g.l. = 4  $P > 0.05$   
 Zavala Aválos, C.R. Díaz Miranda, J.J.

tos 24 correspondieron al sexo masculino y 14 al sexo femenino. Tampoco hubo diferencia significativa en cuanto a edad y sexo:  $\chi^2 = 1.851$ , g.l. 2,  $P > 0.05$ . Sin embargo, 14/24 pacientes masculinos fueron lactantes menores. Ver Cuadro

**CUADRO No. 2**  
**PACIENTES CON BAROTRAUMA**  
**DISTRIBUCION POR EDAD Y SEXO**

	M	F	TOTAL
Recién nacidos	4	4	8
Lactantes menores	14	5	19
> 1 año	6	5	11
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>14</b>	<b>38</b>

$\chi^2 = 1.851$  g.l. = 2  $P > 0.05$   
 Zavala Avalos, C.R. Díaz Miranda, J.J.

No. 2.

De los 38 pacientes con Barotrauma, 33 cursaron con Sobredistensión pulmonar, siendo con mucho el tipo de Barotrauma más frecuente; 7 pacientes

presentaron Neumotórax, 4 Enfisema Intersticial y sólo 1 adolescente presentó Neumomediastino.

Se diferencia si fue significativa cuando se comparó la edad con la presencia o ausencia de Barotrauma:  $\chi^2 = 12.391$ , g.l. 4,  $P < 0.01$ , encontrándose que 19/38 pacientes con Barotrauma fueron Lactantes Menores, en cambio, 13/39 de los que no sufrieron Barotrauma eran < 6 años de edad. Se aplicó Análisis de Varianza para ver significancia en cuanto a edad y presencia o ausencia de Barotrauma: media de 3.603, D.E. de 0.056,  $P > 0.05$ , tampoco entonces fue significativa. Asimismo, el estadístico T, tampoco fue significativo:  $T = 1.61$ , g.l.75,  $P > 0.05$ . Ver Cuadro No. 3. y Gráfica No. 1.

**CUADRO No. 3**

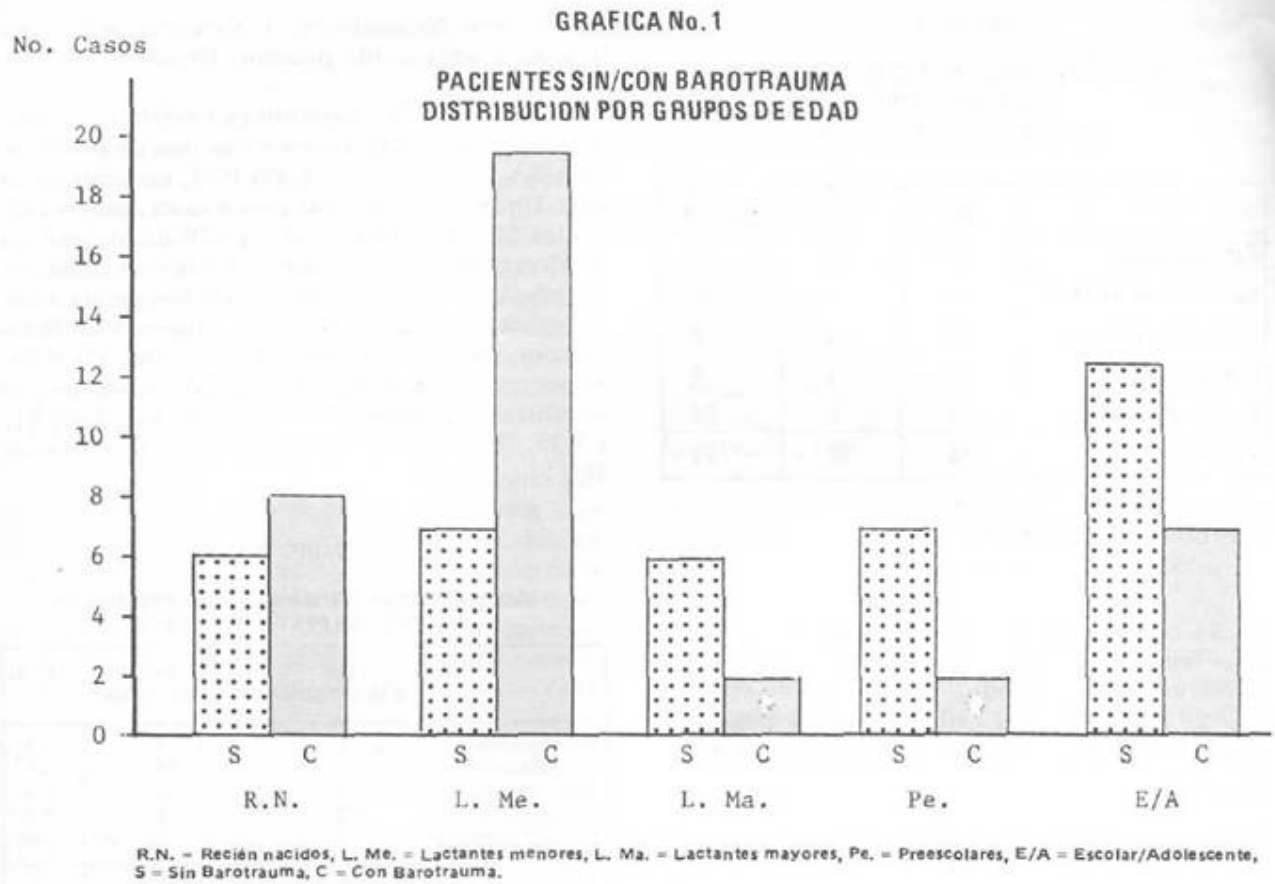
**PACIENTES SIN BAROTRAUMA Y CON BAROTRAUMA**  
**DISTRIBUCION POR GRUPOS DE EDAD**

	SIN BAROTRAUMA	CON BAROTRAUMA	TOTAL
Recién nacidos	6	8	14
Lactantes menores	7	19	26
Lactantes mayores	6	2	8
Preescolares	7	2	9
Escolar/Adolescente	13	7	20
<b>TOTAL</b>	<b>39</b>	<b>38</b>	<b>77</b>

La diferencia entre presencia o ausencia de Sobre-distensión y Edad fue altamente significativa:  $\chi^2 = 10.061$  g.l.2,  $P < 0.01$  + + ( $P=0.006$ ); 24/33 de los pacientes con Sobredistensión fueron < de 1 año de edad, y, en cambio, 28/44 pacientes sin Sobredistensión fueron >1 año de edad. Ver Cuadro No. 4 y Gráfica No. 2.

La mortalidad global en los pacientes sin Barotrauma fue de 10 pacientes, contra 12 en los pacientes con Barotrauma. Ver Cuadro No. 5, ó sea fallecieron 10/39 y 12/38 respectivamente. Debido al tamaño de la muestra no se pudo someter a pruebas de significación estadística.

Buscando diferencia significativa entre edad en



**CUADRO No. 4**

**PACIENTES CON SOBREDISTENSION PULMONAR  
DISTRIBUCION POR EDAD**

	CON SOBREDISTENSION	SIN SOBREDISTENSION	TOTAL
Recién nacidos	8	6	14
Lactantes menores	16	10	26
< 1 año	9	28	37
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>44</b>	<b>77</b>

$\chi^2 = 10.081$   
 $g.l. = 2$   
 $P < 0.01^{**}$

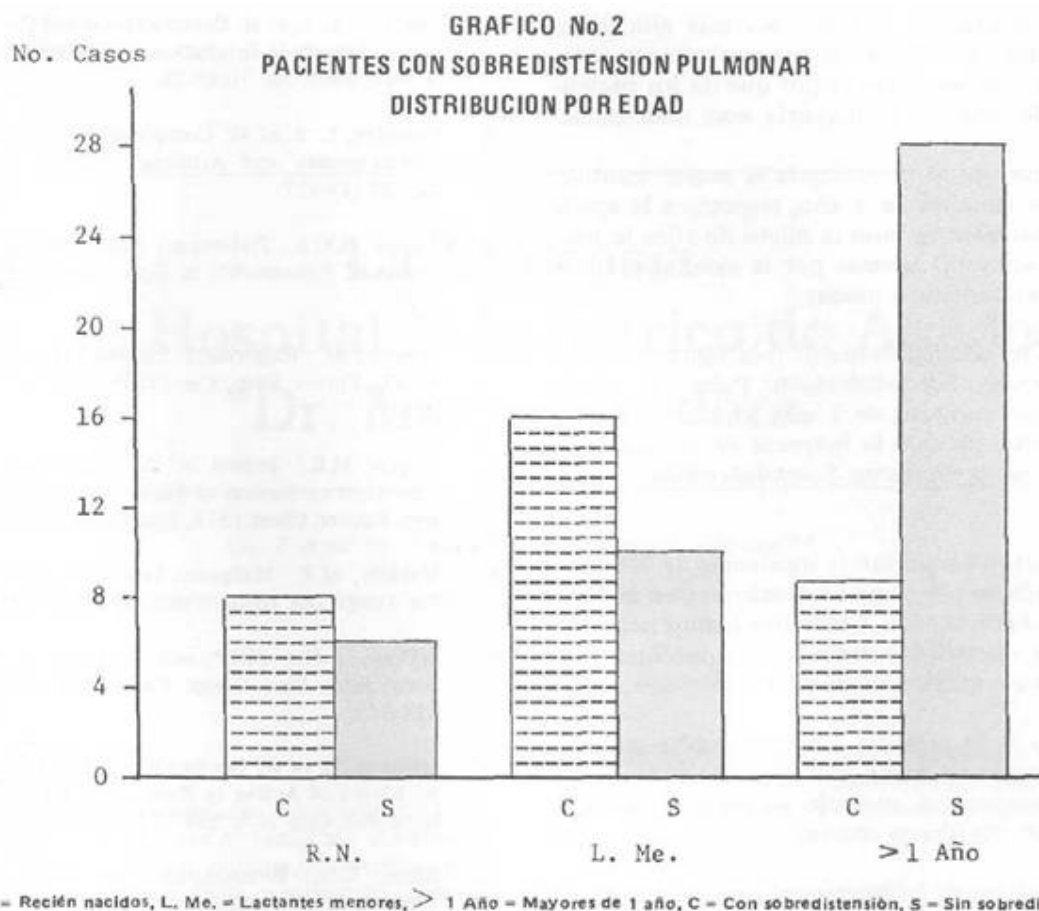
Zavala Avalos, C.R.  
Díaz Miranda, J.J.

**CUADRO No. 5**

**FRECUENCIA DE MORTALIDAD EN PACIENTES  
CON Y SIN BAROTRAUMA  
POR GRUPOS DE EDAD**

	MORTALIDAD PTES. CON BAROTRAUMA		MORTALIDAD PTES. SIN BAROTRAUMA	
	M	F	M	F
Recién nacidos	2	2	1	1
Lactantes menores	4	1	1	1
Lactantes mayores	1	0	1	2
Preescolares	0	0	1	1
Escolar/Adolescente	1	1	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

Zavala Avalos, C.R. Díaz Miranda, J.J.



general y mortalidad, se aplicó Análisis de Varianza y Estadístico T. La primer prueba reveló: media de 3.603, D.E. 5.056,  $P > 0.05$ , N.S. El estadístico T mostró:  $T = 1.23$ , g.l. 75,  $P > 0.05$ , N.S. A pesar de lo anterior se deduce por el grado de dispersión de los fallecidos que la mayoría están en el grupo de niños menores de 1 año.

#### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La inmensa mayoría de estudios sobre complicaciones pulmonares por el uso de ventiladores mecánicos, han sido descritos en adultos, y no parece haber preponderancia de sexo respecto a la aparición y tipo de Barotrauma, aunque si se afirma que la Sobredistensión Pulmonar es el tipo más frecuente de Barotrauma (12). De los 77 pacientes

de nuestro estudio, 26 fueron lactantes menores, siendo el grupo de edad más frecuente, creemos en base a dos razones: por un lado el mayor riesgo de este grupo, que lo ubica solo después de los Recién Nacidos; y por otro lado, el hecho de que este centro hospitalario sea de Referencia con relativamente poco volumen de recién nacidos, lo cual descarta una serie de enfermedades, un buen porcentaje de los cuales, requerirán del apoyo ventilatorio en su manejo. Aún así, 40/77, fueron menor de 1 año de edad.

Se confirma lo descrito por otros autores (6,7,8,9, 10,11,12) que la Sobredistensión Pulmonar es el tipo de Barotrauma más frecuente, pues 33/38 de nuestros pacientes con Barotrauma presentaron Sobredistensión Pulmonar, siendo nuevamente el

grupo de Lactantes Menores los más afectados, creemos que en base a las razones citadas anteriormente. No está claro el por qué de los pacientes con Barotrauma la mayoría sean masculinos.

Nuevamente quedó demostrada la mayor morbilidad de los menores de 1 año, respecto a la aparición de Barotrauma, pues la mitad de ellos lo presentaron, apoyado además por la significancia de las pruebas estadísticas usadas.

Todavía fue estadísticamente más significativa la relación entre Sobredistensión Pulmonar y el grupo de los menores de 1 año, como contrapartida al hecho de que la mayoría de los mayores de 1 año no presentaron Sobre distensión pulmonar.

Algunos autores reportan la incidencia de Neumotorax en 4.2o/o (3), y que su aparición guarda relación inversa con la edad, hecho que hemos comprobado, pues nuestra incidencia de Neumotórax fue del 9o/o, o sea más del doble de lo reportado.

En cuanto a la relación Neumo tórax -Neumo mediastino, reportada como muy estrecha (15), no lo encontramos así, ya que solo un caso se presentó portador de esta última entidad.

La distribución de la mortalidad no fue significativa en presencia o ausencia de Barotrauma, la irre-cuperabilidad de la mayoría de los casos fue similar en ambos. Lo que si es claro, es que la mayoría de los que fallecieron, estuvieron en el rango de los menores de 1 año de edad, demostrándose una vez más, lo que ya hemos comentado, de este grupo de edad, de riesgo aumentado.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Noguez P.F.; Insuficiencia Respiratoria en Cuidados Intensivos en Pediatría. Arellano M.P. (Editor) Soc. Mexicana de Ped. II ed. 1977,4:59.
- Guyton, C. A.: Tratado de Fisiología Médica. Interamericana 4ed. 1971, Cap. 39:500.
- Stauffer, L. J. et al: Complications and Consequences of Endotracheal Intubation and Tracheostomy, Am J. Med. 1981, Jan 70:65-76.
- Stauffer, L. J. et al: Complications of Endotracheal Tracheostomy and Artificial Airways. Resp. 1982, Apr27(4):417
- Lassen, H.C.A.: Preliminary Report on the 1952 Epidemic of Poliomyelitis in Copenhagen, Lancet 1953, 1:37.
- Casey, P.M.: Respiratory Intensive Care Past, PRE—SENT, Future Resp. Care 1978, Oct. 23 (10): 949-955.
- Rogers, M.R.: Impact of the Respiratory Intensive Care Unit on Survival of Patients with acute Respiratory Failure. Chest 1972, July 62(1):94-97.
- Macklin, M.T.: Malignant Intercostal Emphysema of the Lungs and Mediastinum. Medicine 1944 23:281.
- Jeffrey, A.K.: PEEP and CPAP in Perioperative Respiratory Care. Resp. Care 1984, June 29 (6): 614-629.
- Johnson, B. et al: Continuous Positive Airway Pressure; Modes of Action in Reaction to Clinical Applications. Ped.Clin. N.A 1980 27(3): 687-699.
- Bruce, G.N.: Bronchopulmonary Dysplasia. Chest 1985. April, 87 (4):528-535.
- Zwillch, C.W.: Complications of Assisted Ventilation: A Prospective Study of 354 Consecutive Episodes. Amer J. Med. 57:161-170.
- Overfors, C.O.: Pulmonary Interstitial Emphysema an Experimental Roentgen Diagnostic Study - Acta Radiol 1964 244:(1) 131.
- Campbell, R.E.: Intrapulmonary Interstitial Emphysema a Complication of Hyaline Membrane Disease. Am. J. Roentgenol Radium Ther Nucí Med. 1970 110:449-456.
- Kenneth, M.M: Complications of Mechanical Ventilation. Resp Care. 1975 April 20 (4):401-405.
- Yu, V.H. et al: Pneumothorax in the Newborn. Arch DisChil. 1975 50:449-453.