

96  
201



Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA NACIONAL DE ENFERMERIA Y OBSTETRICIA

TECNICAS DE INHALOTERAPIA MAS UTILIZADAS EN  
INSUFICIENCIA RESPIRATORIA EN PEDIATRIA

ESCUELA NACIONAL DE  
ENFERMERIA Y OBSTETRICIA  
COORDINACION DE INVESTIGACION

U. N. A. M.

**T E S I S**

Que para obtener el Título de  
LICENCIADO EN ENFERMERIA Y OBSTETRICIA

p r e s e n t a

**MOISES VILLAGRAN ZAMORA**

México, D. F.

1986



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E

Pag.

## PROLOGO

### INTRODUCCION

Objetivos generales del estudio	2
Hipótesis	3
Metodología	4

### I. MARCO TEORICO

1.1 Definición y aproximaciones históricas de la inhaloterapia	5
1.2 Anatomía y fisiología del aparato respiratorio	8
1.3 Leyes de los gases	43
1.4 Epidemiología de las enfermedades respiratorias en México	48
1.5 Enfermedades del aparato respiratorio (Fisiopatología)	50
1.6 Equilibrio ácido-base	65

### II. ESQUEMA DE LA INVESTIGACION

2.2 Metodología de la investigación	71
-------------------------------------	----

### III. RESULTADOS

3.1 Resultados obtenidos en el Hospital Infantil Privado en los meses de octubre y noviembre de 1984.	75
---	----

3.2 Resultados obtenidos en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, durante octubre y noviembre de 1934.

88

CONCLUSIONES

102

BIBLIOGRAFIA

104

ANEXOS

108

1. Talleres de inhaloterapia
2. Valoración y tratamiento
3. Protocolo de manejo
4. Valoración de Silverman-Andersen
5. Registro de datos de pacientes pediátricos que recibieron tratamiento por el servicio de inhaloterapia.

INDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro. No. 1

Distribución de pacientes por grupo de edad, sexo y padecimiento, que fueron atendidos en el Hospital Infantil Privado, durante los meses de octubre y noviembre, 1936.

80

Cuadro No. 2

Distribución de tratamientos de inhaloterapia por padecimiento, en pacientes pediátricos, que fueron atendidos en el Hospital Infantil Privado en los meses de octubre y noviembre, 1936.

83

Cuadro No. 3

Evolución de los pacientes pediátricos con afección del aparato respiratorio, que fueron tratados con inhaloterapia en el Hospital Infantil Privado durante los meses de octubre y noviembre

84

Cuadro No. 4

Promedio de días de estancia hospitalaria, por padecimiento, en pacientes pediátricos que fueron tratados con inhaloterapia en el Hospital Infantil Privado en los meses de octubre y noviembre, 1936

86

Cuadro No. 5

Distribución de pacientes por grupo de edad, sexo y padecimiento, que fueron atendidos en el Instituto Nacional de Enfermedades respiratorias, durante los meses de octubre y noviembre, 1936

91

Cuadro No. 6

Evolución de los pacientes pediátricos con afección del aparato respiratorio, que fueron tratados sin inhaloterapia en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias durante los meses de octubre y noviembre, 1936

94

Cuadro No. 7

Días de estancia intrahospitalaria de los pacientes que ingresaron en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, sin tratamiento de inhaloterapia en los meses de octubre y noviembre, 1986

96

Cuadro No. 8

Valoración de Silverman de ingreso y de las primeras veinticuatro horas en pacientes pediátricos con insuficiencia respiratoria, con y sin tratamiento de inhaloterapia, 1986.

98

RELACION DE GRAFICAS

Pág.

Gráfica No. 1

Distribución de pacientes por sexo y padecimiento, que fueron atendidos en el Hospital Infantil Privado durante los meses de octubre y noviembre, 1986

81

Gráfica No. 2

Distribución de pacientes por grupo de edad, que fueron atendidos en el Hospital Infantil Privado durante los meses de octubre y noviembre, 1986

82

Gráfica No. 3

Evolución de los pacientes pediátricos con afección del aparato respiratorio, que fueron tratados con inhaloterapia en el Hospital Infantil Privado, durante los meses de octubre y noviembre, 1986

85

Gráfica No. 4

Promedio días de estancia hospitalaria por padecimiento, en pacientes pediátricos que fueron tratados con inhaloterapia en el Hospital Infantil Privado, en los meses de octubre y noviembre, 1986

87

Gráfica No. 5

Distribución de pacientes por sexo y padecimiento que fueron atendidos en el Instituto Nacional de Enfermedades respiratorias, durante los meses de octubre y noviembre, 1986

92

Gráfica No. 6

Distribución de pacientes por grupo de edad, que fueron atendidos en el Instituto Nacional de Enfermedades respiratorias durante los meses de octubre y noviembre, 1986

93

Gráfica No. 7

Evolución de pacientes pediátricos con afección del aparato respiratorio, que fueron tratados sin inhaloterapia en el Instituto Nacional de Enfermedades respiratorias durante los meses de octubre y noviembre de 1986.

Gráfica No. 8

Días de estancias hospitalaria de los pacientes que ingresaron en el Instituto Nacional de Enfermedades respiratorias, sin tratamiento de inhaloterapia, en los meses de octubre y noviembre, 1986

97

Gráfica No. 9

Valoración de Silverman de ingreso y de las primeras veinticuatro horas en pacientes pediátricos con insuficiencia respiratoria, con y sin tratamiento de inhaloterapia, 1986

99

## PROLOGO

Los adelantos en el tratamiento de los procesos respiratorios en el niño se han incrementado en forma significativa y, ésto, ha puesto al alcance de Enfermería un cúmulo de recursos cuyo conocimiento es indispensable.

Diariamente observamos en hospitales pediátricos un gran número de niños afectados con asma, infecciones respiratorias, fibrosis quística y otras patologías respiratorias, por lo que es importante las aplicaciones clínicas de la Terapéutica Respiratoria.

Los cuidados respiratorios del paciente grave requieren de una sistematización adecuada en la obtención de diversos parámetros para efectuar un diagnóstico rápido de la fisiología respiratoria.

El personal encargado del cuidado respiratorio debe tener un buen conocimiento de la mecánica operacional y construcción de todos aquellos instrumentos tan necesarios para la moderna terapéutica respiratoria.

Por ello, el equipo multidisciplinario es indispensable para el proceso total de los cuidados respiratorios.

Tal propuesta requiere la presentación de innovaciones técnicas, así como de las tendencias terapéuticas y diagnósticas en terapéutica respiratoria.

Con esta meta en la mente este trabajo pretende dar los fundamentos básicos para llevar a cabo con éxito las aplicaciones clínicas de la terapia respiratoria con el objetivo de brindar una atención integral para nuestros pacientes.

Dr. Rafael Tapia Corredor  
Neumólogo Pediatra.

## INTRODUCCION

La labilidad del niño ante el medio ambiente, lo coloca en desventaja ante la lucha por mantener la vida frente a las enfermedades respiratorias. El aparato respiratorio, así como los órganos y elementos que intervienen en la función respiratoria, constituyen el sistema respiratorio.

Cuando ocurre alguna alteración que impide mantener las tensiones de los gases sanguíneos ( $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$ ) dentro de los límites normales y, por lo tanto, una pobre oxigenación tisular, estamos frente a uno de los síndromes que requiere más urgencia en su tratamiento: La Insuficiencia Respiratoria.

La incidencia elevada de dificultad respiratoria en las unidades pediátricas indica la evidente necesidad de contar con un grupo bien coordinado, que aporte su experiencia en el tratamiento de estas alteraciones. Un médico, una enfermera, un terapeuta respiratorio y el constante perfeccionamiento en las técnicas y el equipo de inhaloterapia, proporcionarán la base de una cobertura especial continua.

Puesto que aún se desconoce mucho sobre la terapéutica respiratoria, así como la efectividad de sus técnicas, este estudio pretende mostrar un panorama general de los métodos y técnicas aplicados al tratamiento de la insuficiencia respiratoria en pediatría, así como el equipo con el que se cuenta para tal fin.

## OBJETIVOS GENERALES DEL ESTUDIO

Determinar los padecimientos del aparato respiratorio que mayor incidencia tienen en nuestro medio.

Enunciar las manifestaciones clínicas, hemodinámicas y hallazgos de laboratorio que se presentan en la insuficiencia respiratoria.

Identificar los métodos y técnicas de Inhaloterapia más utilizadas, de acuerdo al grado de insuficiencia respiratoria.

Precisar qué padecimientos ameritan el uso de los métodos de Inhaloterapia.

Señalar el manejo y cuidado de los aparatos de Inhaloterapia en el paciente pediátrico.

**HIPOTESIS:**

El uso de los métodos y técnicas de inhaloterapia reducen de manera considerable la insuficiencia respiratoria.

Identificación de variables:

Variables identificadas:

1. Uso adecuado de los métodos y técnicas de inhaloterapia.
2. Los métodos de inhaloterapia reducen la insuficiencia respiratoria.
3. Insuficiencia respiratoria.

Limitación del campo:

Area geográfica: Ciudad de México

Campo de investigación: Hospital Infantil Privado.

Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias.

Grupos humanos: Pacientes pediátricos que ingresan en estas instituciones con problemas de tipo respiratorio.

## METODOLOGIA:

Marco teórico: Investigación documental registrada en fichas de trabajo y bibliográficas.

Fuentes indirectas (archivo clínico e informes anuales de ambas Instituciones).

Fuentes directas (pacientes pediátricos que ingresaron en ambas Instituciones por problemas de tipo respiratorio).

La verificación de la hipótesis se efectuó mediante interrogatorio, observación y datos registrados.

El procesamiento de datos se realizó mediante la descripción en cuadros y gráficas, así como prueba de hipótesis.

## I. MARCO TEORICO

### 1.1 Definición y aproximaciones históricas de la inhaloterapia.

La inhaloterapia se entiende como: "Una serie de técnicas y métodos encaminados a mantener las funciones respiratorias de ventilación, difusión y perfusión, previniendo y corrigiendo sus alteraciones".

El empleo de estos métodos surge en forma empírica desde el hombre primitivo, entre las que se encontraban los baños de vapor para curar los problemas laríngeos. Entre los aborígenes mexicanos, v.gr. los aztecas<sup>1/</sup>, se utilizaba el Temazcatl, como medida curativa para las afecciones respiratorias.

En la antigua China, utilizaban el método inhalatorio de manera preventiva, pulverizaban las costras de viruela mezclándolas con agua y las hacían inspirar por la nariz para lograr la inmunización.

En el siglo primero, el médico romano Celso, hacía inspirar vapores calientes para combatir las úlceras de la faringe. En el año 164 D.C. Galeno, médico griego, postula en su obra Arte Médica, que toda alteración funcional está producida por ausencia o abundancia de cuatro humores: sangre, bilis, flema y bilis negra, la tendencia a mantener la salud dependía del equilibrio de estos elementos.

---

<sup>1/</sup> Dfáz del Castillo, B.: Historia verdadera de la conquista de la Nueva España; pp. 92-129.

En 1555, Vesalio demuestra algunas teorías de Galeno, la más importante consistía en abrir el tórax de un animal y mantener distendido el pulmón mediante ventilación artificial. Hasta la fecha se ignora el método ventilatorio usado.

Un siglo más tarde Roberto Hooke, utilizando un fuelle conectado a la tráquea de un perro con el tórax abierto, mantiene distendidos los pulmones, reafirmando las teorías de Galeno y la demostración de Vesalio.

En 1754 el médico inglés Beddoes introduce una modalidad de inhalaciones empleando cigarrillos de opio, belladona y estramonio con fines curativos, conociendo este método como Anemopatía.

En 1840 el cirujano norteamericano Crawford W. Long, descubrió que el éter tenía efectos anestésicos por lo que escribió a sus amigos de Jefferson: "Varias veces inhalé éter y me di cuenta que algunas heridas que me había causado dejaban de dolerme". Comenzaban los avances de la anestesia por vía aérea.<sup>2/</sup>

En 1841, John Hutchinson de Newcastle inventa el primer espirómetro.

En 1850 se utiliza la mascarilla para administrar el cloroformo como anestésico.

---

<sup>2/</sup> Diccionario enciclopédico ilustrado, Tomo V, p. 49.

En 1858, Sales Clrons instaló en Francia salas de inhalación para enfermos de las vías respiratorias, en algunos balnearios, en los que el enfermo respiraba gases emanados del manantial mezclados con aire. Asimismo, inventó el primer aparato de pulverización que afianzó el empleo de las inhalaciones. Más tarde Bigson describió la versión moderna de la nebulización.

En 1889 Weigert recomienda inhalaciones frías para aniquilar al bacilo de la tuberculosis.

La respiración forzada es empleada por primera vez por Fell O'Dwyer en Búfalo, New York, en la década de los ochentas del siglo pasado, lo que condujo al uso de la presión positiva (P.I.) por intubación.

Ernest Ferdinand Sauerbruch de Barmen Prusia, profesor de Marburgo, mientras trabajaba en la clínica de Mickuliks de Breslau, en 1907, contando con los conocimientos de Quenu y Tuffier, inventa la cámara neumática de presión reducida para evitar el neumotórax.<sup>3/</sup>

En 1909, Meltzer y Aver del Instituto Rockefeller, simplificaron las cosas por el método de la insuflación endotraqueal, introduciendo un tubo en la tráquea, lo que produce respiración continua.

A partir de la Primera Guerra Mundial, se usó el oxígeno para tratamientos de edema pulmonar causados por la inhalación de gases tóxicos utilizados en los explosivos.

<sup>3/</sup> Crocker, D.; Terapéutica Inhalatoria, pp. 131-143.

## 1.2 Anatomía y fisiología del aparato respiratorio.

El sistema respiratorio está formado por una serie de conductos continuos en cabeza, cuello y tórax, por los cuales el aire atmosférico se pone en contacto íntimo con la sangre. Para fines didácticos, el Sistema Respiratorio se divide en:

- a. Vías respiratorias altas.
- b. Vías respiratorias bajas.

### 1.2.1 Vías respiratorias altas:

Suelen llamarse así por su ubicación cefálica, estas estructuras son: nariz, faringe (nasofaringe, orofaringe y laringofaringe).

La cavidad nasal se encuentra dividida por el tabique nasal, lo que aumenta la superficie de la mucosa, de la que nacen pequeñas vellosidades llamadas vibrisas, cuya función es detener las partículas gruesas y los insectos que junto con el aire entran al Sistema Respiratorio.

Durante el desarrollo de las mucosas nasales, antes del nacimiento ocurren invaginaciones de epitelio que crecen alejándose de la cavidad nasal, progresivamente los huesos del cráneo rodean a éstas, formando los senos paranasales, tomando el nombre de la porción ósea en la que se encuentran y se les conoce como:

- a. Senos frontales
- b. Senos etmoidales
- c. Senos esfenoidales, y
- d. Senos maxilares

El papel de los senos paranasales no está bien determinado, se ha su puesto que tiene las siguientes funciones:

- a. Aligeramiento de los huesos de la cabeza
- b. Mayor extensión del área de las vías respiratorias altas, para calentar y humedecer el aire inspirado.
- c. Producción adicional de moco.
- d. Producción de sonidos, al servir como caja de resonancia.

La faringe es un tubo músculo fibroso suspendido de la base del cráneo, por delante de las vértebras cervicales. Su predecesor fue el intestino anterior del tubo digestivo primitivo.<sup>4/</sup>

De manera arbitraria, la faringe, se ha dividido en:

- a. Nasofaringe
- b. Orofaringe, y
- c. Laringofaringe.

---

<sup>4/</sup> Langman, J.; Embriología médica; pp. 235-248.

La nasofaringe está por detrás de la cavidad nasal, en íntima relación con la base del cráneo.

La orofaringe está por detrás del paladar blando, y en su pared anterior y posterior hay acúmulos de tejido linfóide llamadas adenoides.

La laringo faringe es la porción inferior del sistema respiratorio, que se encuentra por delante del esófago y se localiza a nivel de la cuarta y sexta vértebra cervical. La epiglotis es una porción de mucosa reforzada por el cartílago epiglótico, por debajo de ésta se encuentra el vestíbulo, las cuerdas vocales falsas y las cuerdas vocales verdaderas.

#### 1.2.2 Vías respiratorias bajas:

Comienzan en el orificio superior de la laringe, la tráquea, los bronquiolos y los pulmones forman el resto de la parte inferior del sistema respiratorio.

La tráquea está formada por cartílagos en forma de "C", conservan el lumen de la vía aérea y sostienen el órgano, sus extremos posteriores abiertos se complementan con bandas de músculo liso.<sup>5/</sup>

La tráquea desciende a través del orificio superior del tórax a nivel de la unión entre el mango y el cuerpo del esternón, bifurcándose en:

---

5/ Lockhart; Anatomía humana; p. 541

- a. Bronquio extrapulmonar derecho, y
- b. Bronquio extrapulmonar izquierdo.

El bronquio extrapulmonar derecho sale directamente de la tráquea formando un ángulo obtuso y penetra al pulmón a través del hilio, dividiéndose en bronquios secundarios.

El bronquio extrapulmonar izquierdo forma un ángulo más recto y primero es superior respecto a la arteria pulmonar, pero poco después pasa por debajo de ella.<sup>6/</sup>

Todos los bronquios que quedan dentro del pulmón se llama intrapulmonares, que al ramificarse se van haciendo progresivamente más pequeños en diámetro, los cartílagos que conforman los anillos son remplazados por láminas irregulares, alrededor del tubo se entrecruzan bandas de músculo liso.

Los pulmones están cubiertos por dos membranas de tejido seroso llamadas:

- a. Pleura visceral, que está en contacto con el pulmón y se fusiona en el pedículo.
- b. Pleura parietal, que está en contacto con la caja torá-

---

<sup>6/</sup> Ibidem., pp. 546-547.

cica, y recibe el nombre de la superficie con la que se encuentra relacionada (apical, costal, diafragmática y mediastínica).

Entre las pleuras se encuentra un espacio meramente virtual que contiene una película de líquido, formado por las membranas pleurales, que lubrica sus superficies, al moverse una sobre la otra durante los movimientos respiratorios este líquido impide el frote directo.<sup>7/</sup>

La estructura interna de los pulmones es una combinación de los sistemas respiratorio y vascular, donde las ramas de la arteria pulmonar y los bronquios se unen íntimamente y desde el punto de vista funcional son inseparables para realizar la hematosis.

Las subdivisiones broncopulmonares son de 33 subórdenes de ramificaciones. Un segmento pulmonar es una porción de un lóbulo al que llega sangre por uno de los bronquios segmentarios, se perfunde con la sangre que requiere de oxigenación y elimina el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), por medio de la rama de la arteria pulmonar segmentaria.

8/

Los segmentos pulmonares son:

---

7/ Ibidem., p. 566.

8/ West, J.B.; Fisiología respiratoria; p. 15

Pulmón derecho

## Lóbulo superior

Apical

Posterior

Anterior

## Lóbulo medio

Externo

Interno

## Lóbulo inferior

Superior

Basal interno

Basal externo

Basal posterior

Pulmón izquierdo:

## Lóbulo superior

Apical posterior

Anterior,

Língula superior

Língula inferior

## Lóbulo inferior

Superior

Basal interno

Basal externo

Basal posterior

Los bronquiolos respiratorios continúan el árbol bronquial formando ramas más pequeñas, hasta modificarse en evaginaciones más pequeñas en forma de burbuja. La aparición de los alveolos es secundaria a la del conducto alveolar y se agrupan en lobulillos (acinis) y sus superficies arracimadas forman tabiques interalveolares.<sup>9/</sup>

Existen alrededor de 300 millones de alveolos.

9/ Bates: Función respiratoria en la enfermedad; p. 90

### 1.2.3 Fisiología de la respiración

La principal función de la respiración es proporcionar oxígeno a las células corporales y eliminar el exceso de bióxido de carbono de ellas. Los animales, incluyendo al hombre, emplean dos sistemas:

1. Un sistema de circulación sanguínea, que transporta los materiales necesarios a la célula y retorna con los productos finales del metabolismo y con la ayuda de la hemoglobina asegura el transporte de  $O_2$  y  $CO_2$ .
2. Un sistema respiratorio que se encarga de la ventilación e impregna la sangre con  $O_2$  y elimina el exceso de  $CO_2$ . Estos dos sistemas satisfacen los requerimientos tisulares, su finalidad es el intercambio de gases entre el aire y las células de los tejidos. <sup>10/</sup>

Las investigaciones pasadas se abocaron principalmente al aspecto automático y/o a la regulación química de la respiración atribuidos teóricamente a los efectos del  $O_2$ ,  $CO_2$  y de los iones H sobre el centro respiratorio. Los hallazgos de los quimiorreceptores carotídeos y aórticos y los receptores de los iones H apoyan estas investigaciones.

---

<sup>10/</sup> Comroe, J.; Fisiología de la respiración, pp. 1-3.

### Mecánica respiratoria:

Los músculos respiratorios como el diafragma que maneja la mayor parte del movimiento de la caja torácica durante la respiración eupnéica, se encuentra insertado por debajo y alrededor de la caja torácica, la distancia que se desplaza varía entre 1.5 cm. y 7 cm., en inspiración, en reposo y forzada, respectivamente. Los otros músculos inspiratorios son los intercostales externos que se desplazan oblicuamente hacia abajo y hacia afuera de las costillas, elevando las costillas inferiores, empujando el esternón hacia afuera y aumentando el diámetro anteroposterior del tórax.

Los músculos accesorios de la inspiración, escalenos y esternocleidomastoideos, ayudan a elevar la caja torácica durante la respiración profunda y difícil (disnea).

Los músculos espiratorios se contraen causando una disminución del volumen intratorácico, los músculos intercostales internos tiene esta función, corren oblicuamente hacia abajo y hacia atrás de las costillas, cuando se contraen, empujándolas hacia adentro y hacia abajo e incrementando la presión intraabdominal, desplazando hacia arriba al diafragma. La interacción de los músculos inspiratorios decrece aún más, llevando a los pulmones a una posición más expandida, entonces la presión en vías respiratorias bajas desciende lige-

ramente por debajo de la atmósfera y el aire fluye hacia los pulmones. Al final de la inspiración la presión intrapulmonar aumenta y disminuye en vías respiratorias altas, impulsando el aire hacia afuera.

Los esfuerzos inspiratorios internos reducen la presión intrapleurál a valores tan bajos como de -30 mmHg, produciendo mayores posibilidades de distensión pulmonar.

Debido a las fuerzas gravitacionales la presión intrapleurál en posición ortostática es de cerca de 5 mmHg., mayor en las bases que en los vértices, en consecuencia la presión transmural es menor, al final de la inspiración forzada puede descender por debajo de la atmósfera haciendo que las vías respiratorias en bases se cierren, es por ello que en la primera parte de la inspiración la mayor parte del aire va hacia los vértices.<sup>11/</sup>

La inspiración y la espiración está regulada por la elasticidad de los pulmones y las paredes del tórax, entre los que se encuentra una pequeña de líquido. Los pulmones se deslizan por las paredes resistiéndose a ser separados, gracias a la presión intrapleurál. Al final de una espiración tranquila su tendencia a ser alejado de la pared torácica es balanceado por su tendencia a regresar a la posición opuesta.

---

11/ Ibidem., pp. 93-94.

Para efectuar los movimientos respiratorios, las fuerzas generadas por los músculos respiratorios deben vencer resistencias que ofrecen los componentes elásticos (parenquima pulmonar, pared torácica). Las resistencias elásticas se caracterizan porque la fuerza para vencerlas no se pierde, sino que se almacena y restituye durante la espiración, está relacionada con las variaciones de volumen pulmonar.

#### 1.2.3.1 Resistencias elásticas:

Son las que oponen a su distensión los tejidos elásticos toracopulmonares y la generada por las fuerzas de tensión superficial desarrollada en la interfase gas-líquido en alveolos pulmonares, el comportamiento elástico toracopulmonar se pone de manifiesto en condiciones estáticas, manteniéndose el volumen pulmonar constante, sin flujo de gas a las vías aéreas. Las presiones utilizadas en vencer las resistencias no elásticas se hacen nulas, las presiones que persisten son las generadas por los músculos respiratorios para vencer sólo la resistencia elástica.<sup>12/</sup>

Las variaciones de volumen y de presión determinan cambios en la mecánica pulmonar y torácica, la elasticidad o "elastancia" es la capacidad de un cuerpo para volver a su forma original cuando ha

---

<sup>12/</sup> López, S.; Insuficiencia respiratoria; pp. 8-9.

cesado la fuerza deformante, se puede determinar de la siguiente manera:

$$E: \frac{AP \text{ (en cm H}_2\text{O)}}{AV \text{ (litros)}}$$

donde: E = elasticidad o elastancia,

AV = volumen diferencial.

AP = presión diferencial.

La elastancia es la inversa de la compliancia o distensibilidad pulmonar, que está sujeto a las variaciones de volumen bajo la acción de presiones semejantes. Se expresa como sigue:

$$C = \frac{AV \text{ (en litros)}}{AP \text{ (en cm H}_2\text{O)}}$$

donde C= compliancia o distensibilidad pulmonar,

AV= volumen diferencial. AP= presión diferencial.

La distensibilidad del conjunto toraco pulmonar (compliancia pulmonar) y la del tórax (compliancia parietal) determinan la distensibilidad total. <sup>13/</sup>

La distensibilidad pulmonar es el cambio de volumen que se produce en el pulmón por cada cm H<sub>2</sub>O de variación en el gradiente de presión, entre la presión intrapleurales y la intra alveolar (presión transpulmonar).

Las variaciones de presión intrapleurales pueden determinarse por las variaciones de la presión intraesofágica, en el sujeto sentado o para para evitar la ejercida por el mediastino.

La compliancia pulmonar se puede medir de acuerdo al estado mecánico del pulmón:

- a. Compliancia estática
- b. Compliancia específica
- c. Compliancia dinámica

Compliancia estática: se determina por la presión transpulmonar a volumen constante.

En un individuo normal para desplazar un volumen de un litro el gradiente de presión es de 5 cm. de H<sub>2</sub>O, la compliancia estática será:

$$C = \frac{1 \text{ litro}}{5 \text{ cm H}_2\text{O}} = 0.2 \text{ litros/cm H}_2\text{O}$$

Por cada cm de H<sub>2</sub>O de variación en la presión, ingresan o salen del pulmón 200 ml. de aire.<sup>14/</sup>

Compliancia específica: depende de la elasticidad de los tejidos y del estado de expansión pulmonar en el momento de cambio de volumen. La compliancia disminuye en el volumen pulmonar aún cuando las propiedades elásticas no varíen.

<sup>14/</sup> Ibidem., p. 10

A la relación entre la compliancia pulmonar y la capacidad residual funcional (CRF) se le llama compliancia específica, la que en condiciones normales es de aproximadamente 0.06 litros/cm. de  $H_2O$ /litros de CRF, si ésta disminuye representa mayor rigidez o mayor distensibilidad del parenquima pulmonar.

Compliancia dinámica: es aquella que resulta durante la respiración espontánea y se determina registrando la variación entre dos momentos de flujo cero, fin de inspiración y fin de espiración. En el momento de flujo cero la presión alveolar es igual a la esofágica. Esto es de suma importancia porque mide las variaciones reales de la presión en cada respiración. La compliancia dinámica depende de la frecuencia respiratoria y las modificaciones en las resistencias respiratorias.

#### Variaciones de la compliancia pulmonar:

1. Fuerzas de tensión superficial.
2. Resistencias no elásticas.

#### Fuerzas de tensión superficial:

La presencia de una interfase entre el gas (aire) y la superficie del pulmón, que puede ser considerada como una superficie líquida, es una de las determinantes principales del comportamiento elástico del pulmón.

En una superficie líquida, en contacto con el aire, las moléculas del aire situadas por encima tienden a atraer muy poco o nada a las moléculas de agua de la interfase, caso contrario sucede cuando las moléculas situadas por debajo atraen más a las moléculas de agua, reduciendo más la superficie con la que tienen contacto. Si la interfase tiene forma esférica, como el alveolo pulmonar, la tensión ejercida tendería a colapsarlo, sin embargo, a esta tensión se opone una presión interna que tiende a mantenerlo distendido.<sup>15/</sup>

La estabilidad alveolar se conserva por las propiedades de la película que tapiza los alveolos, el surfactante que disminuye la tensión superficial, conservando distendido los alveolos sin necesidad de una presión extra para ello.

Por lo tanto, si el surfactante interviene favoreciendo la distensibilidad alveolar, cualquier disminución en la cantidad de surfactante, no disminuiría la compliancia pulmonar.

#### 1.2.3.2 Resistencias no elásticas:

Durante la respiración deben de vencerse tres tipos de resistencias no elásticas:

1. Resistencias viscosas y turbulentas generadas por el flujo aéreo en las vías respiratorias.

---

<sup>15/</sup> Ibidem., p. 11.

2. Rozamiento viscoso de las estructuras pleuro pulmonares y toraco abdominales, durante su desplazamiento.
3. Fuerzas de inercia que dependen de la masa de los tejidos y los gases. Las primeras representan el 70% de las resistencias no elásticas y se denominan resistencias dinámicas.

Cuando hay aumento de las resistencias de las vías aéreas se produce dificultad en el vaciamiento espiratorio, que se compensa por la prolongación del tiempo espiratorio, o por una participación más activa de los músculos espiratorios.

#### Trabajo respiratorio:

Es el generado por los músculos respiratorios para vencer las resistencias que se oponen a la ventilación pulmonar. El trabajo necesario para vencer las resistencias elásticas se realiza sólo por la inspiración y para vencer las no elásticas, se realiza en la inspiración y la espiración.<sup>16/</sup>

#### 1.2.3.3 Espacio muerto:

1. Anatómico
2. Fisiológico

---

<sup>16/</sup> Ibidem., p. 16.

1. El aire no pasa directamente a los alveolos, la primera parte atraviesa los conductos aéreos (nariz, hasta bronquiolos), no hay intercambio de  $O_2$  y  $CO_2$  entre el gas (aire) y la sangre en estos conductos, a este volumen interno se le llama espacio muerto anatómico. Su volumen varía según posición, talla, edad, sexo y se puede calcular a 2 ml. por Kg. de peso.

En condiciones normales el espacio muerto anatómico es igual al espacio muerto fisiológico, porque el espacio alveolar no funcional es mínimo.

El espacio muerto fisiológico está formado por dos volúmenes, el espacio muerto anatómico y el espacio muerto alveolar, este último formado por los alveolos ventilados pero poco o nada perfundidos.

El aumento del espacio muerto alveolar trae como consecuencia aumento de la presión arterial de bióxido de carbono ( $PaCO_2$ ), debido a la disminución de la perfusión de algunas unidades alveolares y por consecuencia a trastornos en la hematosi. Por ende también la oxigenación se verá alterada, como consecuencia de la caída de la presión parcial de oxígeno ( $PaO_2$ ).<sup>17/</sup>

#### 1.2.3.4 Volúmenes pulmonares:

Los pulmones pueden ser considerados como dos balones elásticos

---

<sup>17/</sup> Nun, J.; Fisiología respiratoria aplicada, pp. 193-207.

parcialmente llenos de aire, en el interior del tórax. Las variaciones del volumen de aire en los pulmones se producen por la actividad de los músculos respiratorios.

Durante la inspiración los músculos inspiratorios agrandan la caja to rácica, la capacidad toracopulmonar disminuye su contenido y es par cialmente eliminado al exterior.

La cantidad de aire que entra y sale de los pulmones en cada respiración en reposo se le llama volumen corriente ( $V_c$  o  $V_t$ ), y corresponde al 10% de la capacidad pulmonar total (CPT).

El aire inspirado con un esfuerzo máximo, en exceso al VC, es el volumen inspiratorio de reserva (VIR) y corresponde al 50% de la CPT.

El volumen expelido por un esfuerzo activo después de una espiración pasiva, es el volumen espiratorio de reserva (VER) y es el 20% de la CPT.

Después de una espiración forzada, los pulmones no se colapsan, ya que en el pulmón queda un remanente de aire, el volumen residual (VR), que es el 20% de la CPT.

El volumen que contiene todo el sistema toraco pulmonar, al final de una inspiración máxima es la capacidad pulmonar total (CPT) y repre senta el 100%.

La capacidad vital es la mayor variación de volumen que es posible lograr durante un ciclo respiratorio y es volumen de aire que es posible expulsar en una espiración completa luego de una inspiración máxima, se abrevia CV y representa el 80% de la CPT.

La capacidad inspiratoria (CI) es el volumen máximo de aire que una persona puede inspirar a partir de una inspiración en reposo y corresponde al 60% de la CPT.

La cantidad de aire que queda al final de una inspiración en reposo se le llama capacidad residual funcional (CRF) y corresponde al 40% de la CPT.

Así pues, tenemos 4 volúmenes y cuatro capacidades cuyos valores son los siguientes:

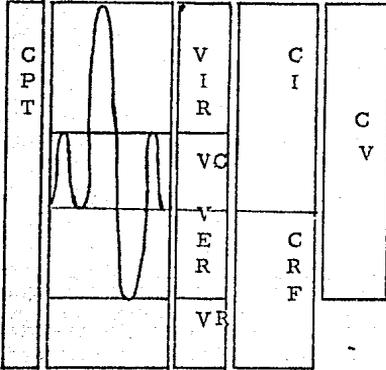
#### Volúmenes:

VC = 500 - 600 ml.  
 VIR = 3 000 - 3 100 ml.  
 VER = 1 000 - 1 200 ml.  
 VR = 1 000 - 1 200 ml.

#### Capacidades:

CPT = 6 litros  
 CV = 4 - 5 litros  
 CI = 3 500 - 3 600 ml.  
 CRF = 2 400 ml.

## ESPIROGRAMA:



Los volúmenes pulmonares, excepto el residual, pueden ser medidos por medio de espirómetro (electrónico o de campana).

De las capacidades pulmonares la que más importancia tiene es la CRF, porque estabiliza los cambios extremos de  $\text{PaO}_2$  en cada inspiración, de otra manera la  $\text{PaO}_2$  disminuiría hasta alcanzar magnitudes venosas al final de cada inspiración.

La finalidad básica de los volúmenes pulmonares es conservar una concentración óptima de gases alveolares, por esta razón la ventilación alveolar es suficiente en cuanto a  $\text{O}_2$ , cuando el consumo de  $\text{O}_2$  se iguala con el aporte mismo.

#### 1.2.3.5 Ventilación, difusión y perfusión:

El fenómeno de entrada y salida de aire constituye la ventilación.

Para su estudio la ventilación se divide en: a) ventilación total; que es el volumen que se maneja en un minuto. Para poder calcularlo es necesario tomar en cuenta el volumen circulante, que con fines prácticos se ha estandarizado en 500 ml., o bien para cálculos exactos se obtiene multiplicando el peso (kilos) del sujeto por 5 ml. 6-8 ml., ó 10-15 ml., en neonatos, lactantes, preescolares, escolares y adultos, respectivamente.

No todo el aire que penetra al aparato respiratorio llega a la zona funcional de intercambio gaseoso, sino que una parte queda en el espacio muerto anatómico, de tal manera que aún el volumen circulante (V. c.) se divide en espacio muerto y ventilación alveolar; 30-40% del V.C. o 2 ml/kg de peso y 60-70% del V.C. o 4 ml/kg de peso respectivamente.

El volumen circulante (V.C.) para la ciudad de México, tiene una presión inspirada de oxígeno ( $PiO_2$ ) de 112 mmHg y se calcula de la siguiente manera:<sup>18/</sup>

$$PiO_2 = \frac{PB - PH_2O (FiO_2)}{100}$$

Donde: PB = presión barométrica (580 mmHg para la ciudad de México).

---

<sup>18/</sup> Rangel M.L.; Insuficiencia respiratoria en pediatría, pp.44-46.

$P_{H_2O}$  = presión parcial de vapor de agua (47 mmHg a 37°C)

$F_{iO_2}$  = fracción inspirada de oxígeno (corresponde al porcentaje de oxígeno inspirado en una mezcla gaseosa, al medio ambiente es de 20.93%, se toma 21%).

El traslado a través de la barrera alveolo capilar se le conoce como difusión.

La membrana alveolo capilar es muy delgada (0.2 micras) y está constituida por a) el revestimiento tensiactivo, b) la membrana epitelial del alveolo, c) la membrana endotelial del capilar, d) el plasma, e) la membrana eritrocítica, f) el líquido intracelular del eritrocito y, g) la molécula de hemoglobina.

El bióxido de carbono y el oxígeno se desplazan desde el aire hasta la sangre por difusión simple, siguiendo la ley de difusibilidad de FICK que dice: "la cantidad de gas que atraviesa la membrana de tejido, es directamente proporcional al área de la membrana e inversamente proporcional al grosor de la misma". El área de la membrana es bastante extensa (50-100 m<sup>2</sup>) y su grosor es mínimo, condiciones óptimas para la hematosis.

Los minúsculos alveolos (300 000 000 de alveolos) están envueltos por una red capilar, de tal manera que el aire llega por un lado

de la membrana y la sangre por el otro, al pasar un glóbulo rojo por la luz del capilar (10 micras de diámetro), justo en su primer tercio, capta el oxígeno y cede bióxido de carbono de manera eficiente.

Este proceso de difusión ocurre en respuesta a un gradiente de presión. A mayor gradiente de presión el movimiento de las moléculas es más rápido, cesando cuando se ha alcanzado el equilibrio en ambos lados (equilibrio dinámico).

Cuando el oxígeno se pone en contacto con la sangre, entran en éstas sus moléculas, de tal manera que con el tiempo la cantidad de moléculas que entran es igual a la cantidad de moléculas que salen de ella, estableciéndose un equilibrio dinámico y la presión en la sangre es similar a la que existe en el alveolo, como ejemplo citamos al  $\text{CO}_2$  que tiende a seguir este fenómeno.<sup>19/</sup>

La ley de Henry dice: "La cantidad de gas que se disuelve en un líquido es proporcional a la presión parcial del gas frente al cual está expuesto el líquido". Algunos factores que determinan la difusión de un gas a través de una membrana son:

- a. El peso molecular del gas, la ley de Graham dice que la difusibilidad de un gas es inversamente proporcional a la raíz cuadrada de su peso molecular".

---

<sup>19/</sup> López, S.; op.cit., p. 387.

Para determinar el grado de difusión de una membrana de tejido es importante tomar en cuenta, en este caso, la presión alveolar de oxígeno ( $PAO_2$ ) que ha de ser difundida, y se calcula de la siguiente manera:

$$PAO_2 = \frac{PB - PH_2O (FiO_2) - PaCO_2}{100}$$

Donde:

PB = presión barométrica

$PH_2O$  = presión parcial de vapor de agua

$FiO_2$  = fracción inspirada de oxígeno

$PaCO_2$  = presión arterial de bióxido de carbono.

Para valorar la permeabilidad de la membrana alveolo capilar se calcula el gradiente alveolo capilar de oxígeno de la siguiente manera:

$$DA-----aO_2 = PAO_2 - PaO_2$$

Donde:

DA-----aO<sub>2</sub> = gradiente alveolo capilar de oxígeno

$PAO_2$  = presión alveolar de oxígeno

$PaO_2$  = presión arterial de oxígeno.

El gradiente alveolo capilar normal es de 10-20 mmHg.

Perfusión y transporte de oxígeno: la distribución del flujo sanguíneo normal en la red capilar, depende de tres factores: 1) gravedad, 2) volumen minuto cardíaco y 3) resistencia vascular pulmonar.

#### Gravedad:

En el hombre "normal", de pie hay unos 30 centímetros de distancia entre el vértice y la base del pulmón, si la arteria pulmonar penetra al pulmón casi a nivel medio, la sangre en dicha arteria tiene que vencer una presión aproximada de 15 centímetros de H<sub>2</sub>O para irrigar el vértice, por el contrario la base del pulmón se irriga por gradiente de gravedad. Por efecto gravitacional la sangre circula mejor en las bases que en el vértice.

#### Volumen minuto cardíaco:

El principal factor que determina el flujo sanguíneo en el circuito vascular pulmonar es volumen sanguíneo que el ventrículo derecho expulsa por unidad de tiempo. A medida que el volumen minuto aumenta, hay mayor irrigación en la zona alveolar, sin embargo, como el sistema vascular pulmonar reacciona pasivamente ante los cambios de presión arterial, la distribución depende casi de la gravedad, a diferencia de la circulación periférica.

Resistencia vascular pulmonar:

Las arterias pulmonares, a diferencia de las periféricas, poseen menos capacidad de auto regulación pero son capaces de aumentar la resistencia al flujo sanguíneo.

El aumento de la resistencia vascular pulmonar, lo que obedece a tres factores:

1. Disminución de la tensión de oxígeno, ocurriendo vasoconstricción en los vasos contiguos al alveolo cuya tensión de oxígeno es baja, desviándose al flujo hacia otros alveolos donde la tensión de oxígeno es mayor.
2. Acidemia, que tiende a producir vasoconstricción y comúnmente es causa de hipertensión pulmonar con hipertrofia cardíaca de ventrículo derecho (Cor pulmonale).
3. Hipoxemia arterial, produciendo aumento de los reflejos vasculares de resistencia.

Estos tres factores se combinan potenciándose mutuamente, favoreciendo una vasoconstricción severa en las arteriolas pulmonares.

Al hablar de perfusión es necesario mencionar dos hechos importantes:

1. Relación entre ventilación y perfusión, y
2. Transporte de gases en sangre.

Relación entre ventilación y perfusión: es importante para que se realice el intercambio gaseoso entre alveolos y capilares, que exista de un lado de la barrera un gas y del otro lado sangre en proporciones adecuadas. A ésto se llama relación ventilación (V), perfusión (Q), que también se expresa como  $V/Q$  que corresponde al cociente respiratorio, el que en condiciones normales corresponde al 0.8. 20/

Donde  $V = 200$  ml. de aire/kg/minuto

$Q = 240$  ml de sangre/kg/minuto

Cualquier alteración por pequeña que sea alterará la  $V/Q$  y por consiguiente el cociente respiratorio. Alteraciones de  $V/Q$  por disminución de la perfusión trae como consecuencia aumento del espacio muerto fisiológico y viceversa, alteración por disminución de la ventilación conlleva al corto circuito.

#### 1.2.3.6 Transporte de gases en sangre:

El oxígeno y el bióxido de carbono viajan en la sangre unidos a la hemoglobina (Hb) y disueltos en el plasma.

---

20/ West, J.B.; Ventilación, difusión y perfusión alveolar, pp. 20-21.

Cada gramo de Hb saturado al 90%, transporta 1.34 ml., de oxígeno, lo que hace que en 100 ml. de sangre con una Hb de 15 g, se transporten 20 ml. de oxígeno; a ésto se denomina contenido de oxígeno en sangre.

El transporte de oxígeno en sangre comprende una serie de fenómenos que determinan el paso del oxígeno a la sangre, al corazón y de ahí hasta los tejidos y fundamentalmente depende de: 1) concentración de Hb. 2) afinidad de la Hb por el oxígeno, y 3) gasto cardíaco.

La hemoglobina es el compuesto químico principal de los eritrocitos y gracias a ella toma la sangre su color rojizo.

Cada eritrocito posee 280 millones de moléculas de Hb, cada molécula tiene cuatro átomos de hierro, factor esencial para el transporte de oxígeno. Al enlazarse cuatro grupos pirrólicos en forma cíclica mediante puentes de metileno se forma una porfirina y cuando un ion ferroso se fija al anillo de porfirina se forma el grupo HEM, que se une a la porción globina formada por cuatro cadenas de aminoácidos, de tal manera que el producto final es la hemoglobina. Cada uno de los átomos de hierro se une a una molécula de oxígeno de manera reversible, cambiando el color de la sangre a un rojo escarlata.

La cantidad normal de hemoglobina al nacimiento es de 13.6-19.

6 g%, la que puede aumentar al primer día de nacido hasta 21.2 g%.

en lactantes la cantidad varía desde 11.6-15.6 g%, en preescolares varía de 11.7-12.6 g%, en escolares de 12.7-13.0 g%, en varones adultos de 16.0 g% y en mujeres adultas de 14.0 g .

La saturación de Hb de oxígeno en relación a la PaO<sub>2</sub> sigue la forma de una "S" itálica que puede desplazarse hacia la izquierda o hacia la derecha, según mayor o menor saturación respectivamente.

El hecho de que la curva se desplace hacia la izquierda resulta engañoso, pues podría pensarse en que mejoraría la oxigenación, cosa que no sucede, dado que se trata de mayor afinidad de la Hb por el oxígeno que difícilmente lo cede, causando hipoxia tisular.

El pH, la tensión de bióxido de carbono, la temperatura y otros factores pueden modificar la curva de disociación de la Hb.

Desviación:

Izquierda:	Hipotermia	Derecha:	Hipertermia
	Alcalosis		Acidosis
	Hipocapnea		Hipercapnea
	Disminución de 2-3 DPG		Aumento de 2-3
	Hb fetal		DPG

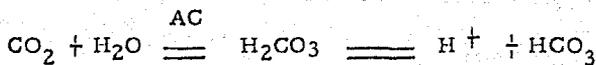
Transporte de CO<sub>2</sub>

El CO<sub>2</sub>, al igual que el O<sub>2</sub>, viaja en la sangre y lo hace de tres maneras:

- a. Disuelto
- b. Como bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ )
- c. Con proteínas como compuesto carbamínico.

Seguendo la ley de Henry el  $\text{CO}_2$  es 20 veces más soluble que el  $\text{O}_2$  por lo tanto, cerca del 10% de la sangre lo entrega disuelto al pulmón.

El bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ) se forma en la sangre mediante la siguiente ecuación:



Donde:

$\text{CO}_2$  = bióxido de carbono

$\text{H}_2\text{O}$  = Agua

AC = Anhidrasa carbónica

$\text{H}_2\text{CO}_3$  = Acido carbónico

$\text{H}^+$  = Ion hidrógeno

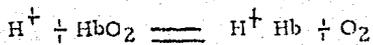
$\text{HCO}_3^-$  = Bicarbonato

La primera reacción es más lenta en el plasma que en el eritrocito, pues éste contiene anhidrasa carbónica, lo que hace la reacción más rápida.

La segunda reacción que corresponde a la disociación iónica del ácido carbónico, ocurre con rapidez sin enzimas.

Cuando la concentración de los iones de  $H^+$  y los de  $HCO_3$  aumentan dentro del eritrocito, el  $HCO_3$  difunde hacia el exterior (el plasma), pero el  $H^+$  no puede hacerlo porque la membrana eritrocítica es relativamente permeable para los cationes. Para que la neutralidad eléctrica se mantenga es necesario que difundan hacia el interior, iones de cloro ( $Cl^-$ ), reacción conocida como desplazamiento de los cloruros.

Algunos de los  $H^+$  que se liberan se fijan a la Hb (hemoglobina) de la siguiente manera:



Donde:

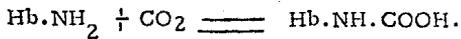
$HbO_2$  = Hemoglobina oxigenada

$H^+Hb$  = Hemoglobina reducida

$O_2$  = Oxígeno

Esto sucede porque la hemoglobina reducida es menos ácida que la hemoglobina oxigenada, por lo tanto, la presencia de la forma reducida en la sangre periférica, contribuye a la captación de  $CO_2$  y la forma oxigenada en el capilar pulmonar contribuye a la descarga de  $CO_2$  al alveolo, fenómeno conocido como Efecto Haldane.

Los compuestos carbónicos se forman al combinarse el  $\text{CO}_2$  con los grupos aminos terminales de las proteínas sanguíneas. La proteína más importante en la Hb es la globina, por lo tanto:



Donde:

$\text{NH}_2$  = grupo amina

$\text{Hb.NH.CO}_2\text{H}$  = compuesto carbamínahemoglobina.

Reacción que se realiza con rapidez sin acción enzimática.

Curva de desociación del  $\text{CO}_2$ :

La curva de disociación del  $\text{CO}_2$  es más lineal que la del oxígeno, gracias al efecto Haldane. De tal manera que mientras menos saturada de oxígeno se encuentre la hemoglobina, mayor será el contenido de  $\text{CO}_2$ .

Por lo tanto, la curva de  $\text{CO}_2$  será mucho más inclinada que la curva del oxígeno.

#### 1.2.3.7 Mecanismos de regulación de la respiración:

1. Centro respiratorio: la respiración a diferencia de otras actividades involuntarias automáticas, también está bajo control voluntario.

Es lógico pensar que un sistema regule la actividad respiratoria automática y otro sistema los actos respiratorios voluntarios. Los hemisferios cerebrales se encargan de la respiración voluntaria, eficaces aunque dejen de funcionar los centros automáticos. El sistema automático se encuentra en el tallo cerebral y envía mensajes a los músculos de la respiración, este sistema se localiza en las estructuras límbicas del telencéfalo y el diencefalo, mandando mensajes a la formación reticular bulbar y a los músculos de la respiración a través de las vías piramidales y cortico-bulbares.<sup>21/</sup>

Los centros respiratorios son un grupo de neuronas y sinápsis que se encargan de recibir, valorar y devolver los estímulos o impulsos capaces de producir efectos sencillos o complicados de la respiración. Suele suceder que una parte del cuerpo requiere la misma acción que otra parte del mismo, en este caso la decisión será fácil, puesto que se precisa de la misma respuesta, pero puede suceder que una parte de la corteza cerebral se interfiera con los impulsos de los quimiorreceptores y quizá uno pida apnea y el otro hiperpnea, en este caso se requiere de que se de prioridad al estímulo prepotente y el otro será suprimido.

Hasta el momento se han identificado zonas de la corteza cerebral, hipotálamo, protuberancia o bulbo que pueden alterar la respiración.

---

<sup>21/</sup> Comroe, J.; op.cit., p. 22.

Existen tres partes principales del centro respiratorio:

1. Centro bulbar: inicia y conserva el ritmo de inspiración y espiración aunque no tenga carácter normal. Por lo que se ha dividido en centro inspiratorio y centro espiratorio.

Estas regiones están por abajo y hacia afuera del bulbo. Los estímulos químicos en esta zona pueden causar hiperventilación, se cree que la función inspiratoria inhibe la función espiratoria y viceversa, el centro bulbar recibe información del hipotálamo y centros respiratorios superiores de la protuberancia.

2. Centro apneúxico: localizado en la zona media e inferior del bulbo, cuando está en condiciones normales estimula la inspiración profunda, pero si no es inhibido puede causar espasmo respiratorio ininterrumpido o respiración apneúmica, quizá sea inhibido periódicamente por a) impulsos del centro neumotáxico, b) por los impulsos aferentes del reflejo de inflación que cursa por los neumogástricos y que se descargan en el centro apneúxico, se cree que el centro apneúxico es una estación central para el reflejo de inflación vagal. La actividad de este centro puede modificarse por la elevación de la  $P_{aCO_2}$ .

II. Quimiorreceptores: gran parte de la respuesta respiratoria se debe a la disminución de la  $\text{PaO}_2$ , y se origina en las células quimiosensibles de los cuerpos aórticos, en el cayado aórtico y los cuerpos carotídeos, en la bifurcación de la carótida común en sus ramas interna-externa.

Los receptores carotídeos y aórticos son los encargados de registrar los cambios de  $\text{PaO}_2$ ,  $\text{PaCO}_2$  o de iones  $\text{H}^+$  en la sangre de manera semejante. Los cuerpos carotídeos son corpúsculos pequeños colocados por detrás de la división de cada arteria carotídea, con un diámetro de 3-5 mm.

Los cuerpos aórticos tienen quimiorreceptores que funcionan en forma separada de los barorreceptores aórticos, localizados en la pared ascendente del cayado aórtico. La estimulación de los cuerpos carotídeos y aórticos depende en gran parte de:

- a. Del riego sanguíneo
- b. De las variaciones de  $\text{PaO}_2$  (disminución)
- c. De la fracción inspirada de oxígeno ( $\text{FiO}_2$ )

Existe sin embargo estimulación de los cuerpos carotídeos por la  $\text{PaCO}_2$  y  $\text{H}^+$  elevados, determinado por la acción de estos elementos más que por la suma individual de sus efectos, es por ello que durante las situaciones de urgencia (paro cardiorrespiratorio, hipotensión intensa, insuficiencia respiratoria o hipoventilación intensa),

se estimulan estos centros con mayor potencia que durante la hipoxia, potenciado por la retención de  $\text{PCO}_2$ .

La estimulación de los cuerpos carotídeos y aórticos no sólo influye en el ciclo respiratorio, sino que su acción es más extensa, así tenemos que causan:

- a. Aumento del volumen corriente, frecuencia y volumen minuto.
- b. Constricción de los vasos periféricos (excepto cutáneos).
- c. Cambios en la frecuencia cardíaca.
- d. Aumento del trabajo útil del ventrículo izquierdo.
- e. Hipertensión generalizada.
- f. Aumento del tono bronquial.
- g. Aumento de CRF.
- h. Aumento de la resistencia vascular pulmonar.
- i. Aumento de la secreción de la corteza suprarrenal y médula y de la neurohipófisis.
- j. Aumento de la actividad de la corteza cerebral y en ocasiones convulsiones.

Importancia clínica de los quimiorreceptores:

- a. Por su adaptación lenta al estímulo constante, causa: hiperventilación por hipoxia, producida a grandes alturas o por enfermedad cardiopulmonar.

- b. Su estimulación favorece la iniciación de la inspiración en el recién nacido que presenta retardo al inicio respiratorio.<sup>22/</sup>

### 1.3 Leyes de los gases.

La difusión de los gases a través de una membrana de tejido es de suma importancia para la vida, las moléculas de los gases como los de toda la materia se encuentran en constante movimiento, dependiendo de tres factores:

1. Volumen: se define como el espacio que ocupa un gas medido en centímetros cúbicos o en mililitros.
2. Presión: es la fuerza por unidad de superficie, que para fines prácticos se mide por la altura a la que asciende una columna de mercurio y se expresa en mmHg (kilos de presión, libras o litros), a nivel del mar corresponden 760 mmHg que equivale a una atmósfera de presión o a un kilogramo de presión o a 14.7 libras por pulgada cuadrada ( lpsig.), o a 760 unidades torr.
3. Temperatura: se define como la cuantificación térmica de un gas; en la tierra las moléculas de un gas están en constante movimiento (movimiento cinético) producido por el calor. A mayor temperatura mayor movimiento del gas. La tempera-

---

<sup>22/</sup> Ibidem., pp. 23-53.

tura se puede reportar en grados centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ), grados Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ), o grados Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ ).<sup>23/</sup>

La ley ideal de los gases dice que si la cantidad de un gas es constante, las interrelaciones de temperatura, presión y volumen son pre-  
visibles en distintas condiciones.

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Si uno de los tres factores varía ((Presión (P), volumen (V), temperatura (T)) y el otro no, el tercero podría ser previsible según las leyes de:

a. Ley de Boyle:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

Que dice que a temperatura constante la presión varía en forma inversa al volumen, o sea que a mayor presión menor volumen y viceversa.

b. Ley de Charles:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

---

<sup>23/</sup> López S.; op.cit., p. 386

A presión constante el volumen y la temperatura varían en relación directa.

c. Ley de Gay Lussac:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

A volumen constante la presión y la temperatura varían en relación directa.

Aire y atmósfera: el aire se puede definir como una mezcla gaseosa que ocupa un volumen, se encuentra a una temperatura y ejerce una presión. El aire como mezcla gaseosa contiene una diversa cantidad de gases, entre los que podemos mencionar al Nitrógeno ( $N_2$ ), Hidrógeno (H), Oxígeno ( $O_2$ ), Bióxido de carbono ( $CO_2$ ), otros gases y vapor de agua.<sup>24/</sup>

La atmósfera es principalmente una capa de gases, cuyas moléculas tienden a ser atraídas hacia el centro de la tierra por la fuerza de gravedad. Al nivel del mar el peso de la atmósfera ejerce una presión de 760 mmHg, que afecta todo lo que se encuentra en la superficie y los seres vivos no son la excepción.

La ley de Henry Dalton dice que en una mezcla de gases, la pre-

---

<sup>24/</sup> Comroe, J.; op.cit., pp. 8-9.

sión total es igual a la suma de las presiones parciales de los cada gas por separado.

A 760 mmHg (a nivel del mar) las presiones parciales de los gases son:

O <sub>2</sub>	150 mmHg
N <sub>2</sub>	600 mmHg
Otros	001 mmHg

A 580 mmHg (ciudad de México) las presiones son:

O <sub>2</sub>	121.80 mmHg
N <sub>2</sub>	458.20 mmHg
Otros	0.58 mmHg

Cuya suma es igual a 760 mmHg y 580 mmHg respectivamente.

La proporción (concentración) de cada uno de los gases en relación al total de la mezcla gaseosa (aire) no varía aún con los cambios de presión, sino que se mantiene constante, únicamente lo que sí varía es la presión parcial de cada uno de ellos.

Al aire ambiente tenemos:

O <sub>2</sub>	20.93% (21%)
N <sub>2</sub>	79.00%
Otros	0.1%

Cada gas presiona de manera constante como si estuviera solo, según la Ley de Dalton:

$$\text{Presión parcial del gas} = \frac{\text{PB} \cdot \text{el \% del gas}}{100}$$

Presión de vapor de agua: en condiciones ambientales, algunas sustancias son capaces de modificar su estado material, el agua puede existir como líquido, sólido o en su forma gaseosa de vapor de agua o agua molecular y se conoce como humedad. Cuando el vapor de agua existe en una mezcla gaseosa, ejerce una presión parcial, de este modo la temperatura influye directamente en la presión parcial del vapor de agua. Su presión se ha estandarizado en 47 mmHg a 37°C, se le identifica como  $\text{PH}_2\text{O}$ .<sup>25/</sup>

Gases sanguíneos: los gases pueden cuantificarse en sangre, sobre todo aquello que van disueltos en el plasma, los valores normales para la ciudad de México son:

pH	=	7.35 - 7.45
$\text{PaCO}_2$	=	30 - 40 mmHg
$\text{PaO}_2$	=	60 - 80 mmHg
$\text{HCO}_3$	=	18 - 21 meq/litro
$\text{CO}_2\text{T}$	=	19-22 meq/litro
EB	=	3

<sup>25/</sup> Ibidem., pp. 9-10.

Es determinante la fracción inspirada de Oxígeno ( $FiO_2$ ) en los resultados que reporta la gasometría, así como los estados de acidemia, hipercapnea, alcalémia, hiperoxemia o hipoxemia.

La gasometría es un auxiliar de laboratorio que valora el estado del paciente y sugiere cambios en la terapéutica.<sup>26/</sup>

#### 1.4 Epidemiología de las enfermedades respiratorias en México.

Las enfermedades infecciosas del aparato respiratorio, si se considera la población total, tanto en mortalidad como en morbilidad, ocupan el primer lugar en las estadísticas vitales, desde el nacimiento hasta los cinco años (lactantes, preescolares), en el segundo lugar los escolares y en el tercero los adolescentes y los adultos jóvenes (15-24 años); desciende al quinto lugar entre los 25 a los 64 años para ascender al tercer lugar entre los 65-74 años, y ser la segunda causa más importante de muerte después de los 75 años.

Esa tendencia general no es anómala si se tiene en cuenta que los niños pequeños y los ancianos son los más propensos a desarrollar cuadros más graves por infecciones del árbol respiratorio.

Lo impresionante en nuestro país es que las tasas de mortalidad son más elevadas que en todas las regiones de América, sobre todo

---

<sup>26/</sup> Rangel, M.L.; op.cit., p. 97

en niños menores de cinco años, que en México mueren 5 veces más que en Norteamérica, 2 a 3 veces que en Centro América y Sudamérica. El 70% de las defunciones por influenza y neumonía se produce en los niños menores de 5 años y constituye el 10% del total de defunciones del país. Los lactantes y preescolares de menos de 2 años, a causa del menor diámetro de sus vías aéreas y su incapacidad para expectorar y los ancianos debido a la disminución de su capacidad fisiológica por envejecimiento, están propensos a presentar cuadros más graves que en las edades intermedias.

Las personas afectadas por el tabaquismo son más susceptibles, ya que el factor obstructivo crea condiciones favorables para el ataque infeccioso. Muy frecuentemente los niños desnutridos se tornan más vulnerables a las infecciones respiratorias.

La estimación porcentual de las tasas de mortalidad en los menores de cinco años es 15 veces mayor en México, igual que para los mayores del grupo de los que tienen más de setenta y cinco años.

TASAS DE MORTALIDAD EN MEXICO SEGUN EDADES POR  
INFLUENZA Y NEUMONIA.\*

Región	5 años	5-14 años	15-44 años	45-64 a.	65-75a.
México	593.3	16.4	19.9	85.9	609.0
Norte América	39.2	1.5	4.0	22.4	199.4
Meso América y Caribe	233.5	15.6	16.1	56.7	386.7
Sudamérica	330.8	11.1	6.5	43.1	355.7

\*Tomado de: Kumate: Salud de los mexicanos y medicina en México, p. 55.

### 1.5 Enfermedades del aparato respiratorio (Fisiopatología)

Las enfermedades respiratorias se encuentran colocadas dentro de los primeros sitios de morbimortalidad en México, por lo que se han clasificado en: a) enfermedades obstructivas crónicas, b) enfermedades restrictivas y c) infecciones del aparato respiratorio agudas.

#### 1.5.1. Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas:

Son aquellas en las que hay un aumento de la resistencia de las vías respiratorias, dando por resultado una espiración prolongada.

Este grupo de enfermedades tiene en común el aumento de la capa cidad residual funcional (CRF), puesto que por la obstrucción, los alveolos no se vacían como normalmente lo hacen, originando re-  
tención de aire. 27/

La obstrucción (broncoespasmo, edema, etc.) conlleva a mayor tra-  
bajo respiratorio que se manifiesta como insuficiencia respiratoria  
(aleteo nasal, tiros intercostales, subcostales, retracción xifoidea  
y supraesternal, disociación toraco abdominal, cianosis, etc.), con  
la consiguiente angustia del paciente. Para compensar, el paciente  
activará sus músculos accesorios inspiratorios, sin embargo, el  
problema sobreviene cuando el paciente trata de espirar, ya que  
normalmente esto se realiza en forma pasiva, por gradiente de pre  
sión y gracias a las resistencias elásticas del pulmón; la espi-  
ración se prolongará hasta que la relación inspiración-espiración se  
altera (I:E), lo normal es de 1:2, o sea, que como la fase inspi-  
ratoria es un fenómeno activo, el tiempo de llenado pulmonar es  
menor que el tiempo de vaciado (espiración), que es el doble del  
anterior en el ciclo respiratorio.

Gasométricamente el paciente comienza a retener  $\text{CO}_2$  y su pH dis  
minuye por lo que comenzará a hiperventilar eliminando  $\text{CO}_2$  sin  
lograr mejorar la oxigenación, causando más adelante hipoxia tis-  
lar.

---

27/ López, S.; op.cit., pp. 61-66.

Dentro de este grupo de enfermedades encontramos:

- a. Asma, b) bronquitis y, c) enfisema pulmonar.
  - 1. Aumento de la CRF, por retención de aire.
  - 2. Degeneración de las paredes alveolares y de la barrera alveolo capilar, que va desde fibrosis hasta ruptura total.
  - 3. Desigual distribución de la ventilación, con disminución del volumen corriente (V.c.).

La enfermedad obstructiva progresiva causará:

- a. Disminución de la función ciliar.
- b. Inflación bronquial crónica.
- c. Obstrucción de vías respiratorias.
- d. Debilidad de las paredes bronquiales y ruptura alveolar y,
- e. Colapso de las unidades respiratorias durante la espiración forzada. 28/

El diagnóstico se debe llevar a cabo mediante anamnesis, exploración física, pruebas de función pulmonar (espirometrías), laboratorio y gabinete.

Las características físicas a buscar serán:

---

28/ Kempe, H.; Diagnóstico y tratamiento pediátricos, p. 264.

- a. Redondeamiento de los hombros y tórax (tórax en tonel).
- b. Disminución de los movimientos del tórax.
- c. A la percusión, timpanismo.
- d. Espiración prolongada.
- e. A la auscultación, sibilancias a la espiración, hipoventilación y/o estertores broncoalveolares.

Las placas de rayos "X" muestran diafragmas aplanados, hiperclaridad (por retención de aire) y aumento de la trama vascular.

El tratamiento está encaminado a:

- a. Mantener buena higiene bronquial, b) eliminar al máximo el aire retenido en vías aéreas.

Se enseñará al paciente a toser y espirar el aire en forma adecuada (mediante técnicas de retardo espiratorio), se movilizarán secreciones mediante drenaje postural, están indicadas nebulizaciones para fluidificar secreciones espesas, así como presiones positivas con broncodilatadores y vasoconstrictores locales, en caso de que los signos y síntomas de insuficiencia respiratoria serán severos se incluirá el uso de oxígeno.

- b. Enfermedades pulmonares restrictivas: son todas aquellas que limitan la distensibilidad pulmonar, alterando el esquema ventilatorio

en sus cuatro volúmenes, disminuyendo principalmente la capacidad vital y el volumen corriente.

Entre éstas podemos citar:

1. Atelectasias: se comprende como el colapso del tejido pulmonar debido a la compresión, cuando existe derrame pulmonar, neumotórax, hidrotórax, u otras lesiones intratorácicas que limiten la expansión pulmonar.

Las atelectasias por absorción se deben a la retención de secreciones que se acumulan en los bronquios pequeños y en los bronquiolos, evitando que el pulmón se expanda adecuadamente.

Como resultado final aparecerá neumonía por éstasis, su tratamiento incluye fisioterapia pulmonar, nebulizaciones y presiones positivas.

El problema restrictivo más frecuente, pero que a menudo pasa desapercibido, lo constituyen las intervenciones quirúrgicas de tórax y/o abdomen. Debido al temor a la deshidratación de la herida y al dolor, el paciente tiende a respirar superficialmente modificando su estado ventilatorio a partir de la capacidad vital que durante las primeras 24 horas que siguen a la intervención está abatida hasta un 60%, mejorando paulatina-

mente hasta llegar a lo normal conforme transcurre el tiempo.

Un paciente cuya reserva cardiopulmonar es adecuada, tendrá como resultado después de una operación en abdomen alto una disminución del 75% de la capacidad vital en las primeras 24 horas.

Una operación en abdomen bajo o en tórax (sin seccionar esternón) tendrá una disminución del 50% de la capacidad vital durante las primeras 24 horas. Si la intervención no incluye tórax ni abdomen la capacidad vital se verá poco alterada, más que por la intervención, por los efectos de la anestesia.

Otra entidad poco común es la depresión del sistema nervioso central, debido a fármacos o a determinados padecimientos.

El problema restrictivo suele ser consecuencia de:

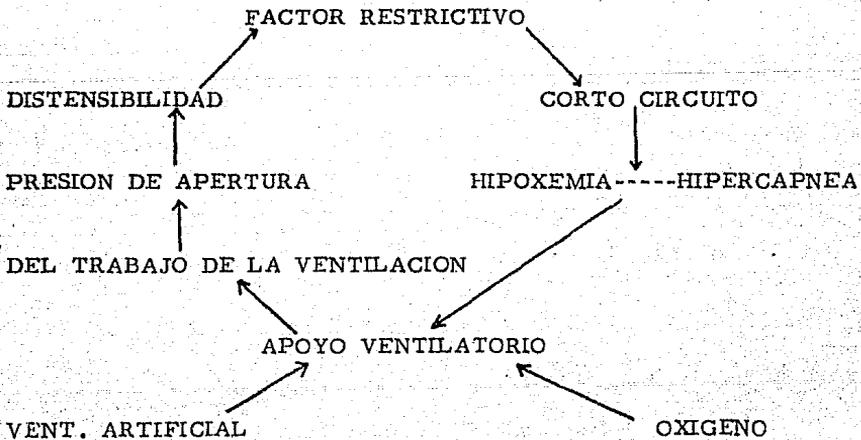
1. Disminución de la respuesta a estímulos para la ventilación.
2. Falta de inspiraciones profundas periódicas, conduciendo a la disminución uniforme y paulatina de los volúmenes, llegando por consecuencia a atelectasias, hipercapnea, neumonías, etc. La valoración y el tratamiento debe ser hecho de manera precisa a fin de aplicar adecuadamente los principios básicos de la terapia respiratoria a este tipo de pacientes.

No hay que pasar por alto las enfermedades neuro musculares que debilitan temporal o permanentemente el aparato respiratorio.

La mayor parte del trabajo respiratorio lo realizan los músculos de la inspiración y cualquier alteración (motora) trae como resultado la disminución de la capacidad pulmonar total (CPT).

El apoyo de la terapia respiratoria, para estos pacientes, se basa en la higiene bronquial, debido a que durante la evolución de la enfermedad disminuye el mecanismo de la tos, la movilización de las secreciones y la inspiración profunda. El aparato de ventilación mecánica debe usarse sólo si lo anterior no mejora en nada las condiciones respiratorias del paciente.

#### EVOLUCION CLINICA DE LAS ENFERMEDADES RESTRICTIVAS:



INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS

PATOLOGIA	ETIOLOGIA	SIGNOS Y SINTOMAS	COMPLICACIONES	EDAD
Resfriado común	Viral	Congestión, rinorrea, estornudos, lagrimeo, tos, faringitis, fiebre.	Sinusitis, otitis	Lactantes Preescolar
Adenoiditis y Amigdalitis Sinusitis	Viral o microbiana	Malestar general, fiebre, anorexia, vómito, odinofagia, obstrucción nasal.	Otitis media crónica	Escolares
	Viral	Dolor localizado, rinorrea, congestión nasal.		Toda edad
Laringotraqueítis	Viral	Tos perruna, seca, signos de insuficiencia respiratoria, fiebre, estridor laríngeo.	Bronconeumonía, neumonía, enfisema mediastínico.	Lactante menor y preescolar
Neumonía y bronconeumonía	Bacteriano, viral, hongos	Signos de infección respiratoria alta, hipertermia, tos, insuficiencia respiratoria progresiva, estertores, hipoventilación, taquipnea, taquicardia, esputo amarillento y espeso.	Edema pulmonar, derrame pleural, empicema, choque, pericarditis.	Lactante (+) Preescolar (+) Escolar (+)
Tosferina	Bacteriana <i>Bordetella pertussis</i>	Período catarral, silbido inspiratorio, tos ciánizante, disrítmica, emetizante.	Bronconeumonía, Neumonía	Toda edad.

FUENTE: San Martín, Salud y Enfermedad;

El tratamiento de casi todas las enfermedades infecciosas respiratorias (a excepción de las virales que se tratan según sintomatología), suele ser: antibioticoterapia, reposo, ingesta de abundantes líquidos, dieta según tolerancia, oxigenoterapia, terapia humedecedora, rara vez se requiere sostén ventilatorio.

En enfermedades como la laringotraqueítis se requieren sesiones de aerosolterapia con drogas vasoconstrictoras y/o sesiones de presión positiva intermitente (RPPI).

### 1.5.3 Enfermedades respiratorias del recién nacido:

El recién nacido es un individuo lábil y adolece del aparato respiratorio, dado que sus pulmones muy a menudo no están desarrollados, sea de manera funcional o estructural.

El desarrollo pulmonar completo para un adecuado intercambio gaseoso se lleva a cabo hasta la semana 28 de gestación, también durante este tiempo los alveolos comienzan a formarse a partir de los conductos alveolares, por ende un pulmón maduro tendrá su suficiente producción de sustancia surfactante para vencer la tensión superficial del alveolo y mantenerlo distendido. <sup>30/</sup>

Los problemas respiratorios del recién nacido se deben a varios factores, entre los que mencionaremos:

- a. Prematurez
- b. Dismadurez pulmonar
- c. Sustancia surfactante disminuida
- d. Respiración nasal obligada
- e. Poca reserva pulmonar
- f. Poca estabilidad de la pared torácica
- g. Gran tamaño del abdomen que desplaza el diafragma hacia arriba.

La enfermedad de membrana hialina es el problema más común en neonatología y la principal causa de mortalidad, pues el 0.5% al 1% de los recién nacidos la padecen y de todos los niños prematuros el 10% la presentan, predominando entre los que pesan 1 000 gr. a 1 500 gr.<sup>31/</sup>

Los signos y síntomas iniciales son:

- a. Disnea inicial
- b. Ronquido o quejido respiratorio
- c. Retracción costal o esternal
- d. Insuficiencia respiratoria (I.R.)
- e. Disminución de la entrada de aire
- f. Extremidades edematosas.
- g. A los rayos "X", imágenes retículo granulosas en vidrio esmerilado.



Entre el 10-30% de los recién nacidos con enfermedad de membrana hialina requieren de la asistencia ventilatoria con presión positiva en vías aéreas, auxiliándose de la presión positiva al final de la espiración (PEEP) a fin de restablecer la capacidad residual funcional (CRF) y mantener distendidos los alveolos. Estas medidas ventilatorias mejoran la ventilación, la oxigenoterapia y permiten, aún en la espiración, la difusión de oxígeno gracias al PEEP.

Gran mayoría de los niños entran en fase de resolución entre las 60-90 horas de vida, la frecuencia respiratoria mejora y las retracciones disminuyen, mientras que la  $PaO_2$  aumenta progresivamente.

34/

Hay que tener cuidado y experiencia en oxigenoterapia, dado que si el oxígeno se disminuye con celeridad, la  $PaO_2$  descenderá bruscamente (FLIP-FLOP), se debe ir disminuyendo conforme al monitoreo gasométrico.

La presión es otro parámetro que no hay que pasar por alto, puesto que de ella depende la distensibilidad pulmonar y la distribución de la mezcla de gases. Se debe seleccionar una presión mediante la auscultación de los campos pulmonares en el momento de fijarla hasta escuchar murmullo ventilatorio y observar expansión to-

---

34/ Levin; Guía práctica de cuidados intensivos pediátricos,  
pp. 167-169.

rácica adecuada. Reviste gran importancia el conocer estos parámetros para evitar el barotrauma, ya que estas patologías requieren de altas presiones.

Taquipnea transitoria del recién nacido (TTR/N):

Generalmente, después del parto, el recién nacido tiene una frecuencia respiratoria acelerada persistente. No ha quedado esclarecida la patogenia, pero se ha pensado que sea secundaria a la lenta resorción de líquido pulmonar, por lo que su adaptabilidad se ve reducida.

La acelerada frecuencia respiratoria del recién nacido permite un adecuado trabajo respiratorio, algunos niños requieren del 35-45% de oxígeno para mantener un buen color, el intercambio gaseoso es bueno, las cifras de pH y PaCO<sub>2</sub> están dentro de límites normales.

No hay datos importantes de insuficiencia respiratoria, aunque pudieran presentarse en raras ocasiones evolución hasta membrana hialina.

En la mayoría de los casos las respiraciones se hacen gradualmente más lentas durante los cinco primeros días de vida y por lo general egresan en buenas condiciones. Rara vez necesitan de soporte ventilatorio con presión positiva.

### Síndrome de aspiración masiva (SAM):

El líquido amniótico contiene meconio en un 10% en casi todos los nacimientos, cuando existen períodos de asfixia, el producto, por estimulación del centro respiratorio, tiende a inspirar introduciendo en las vías el meconio, obstruyendo parcialmente éstas, se sugiere que durante el parto en estas condiciones se maneje al neonato de la siguiente manera:

- a. Aspirar nosofaringe en cuanto aparezca la cabeza en el periné.
- b. Después del parto observar cuerdas vocales por medio del la ringoscopio y hacer aspiración directa con sonda endotraqueal.
- c. Realizar estos pasos antes de la reanimación del neonato para evitar la impactación de vías respiratorias pequeñas.

A veces se observan respiraciones jadeantes y agrandamiento del tórax en su diámetro anteroposterior, porque queda aire atrapado en algunas zonas. Estas áreas hiperdistendidas evolucionan e enfisema y ruptura pulmonar (neumotórax) que empeora el estado general del neonato.

En general, se observa franca recuperación después de las prime-

ras 48 horas de vida, aunque algunos tardan un poco más en recuperarse.<sup>35/</sup>

### 1.6 Equilibrio ácido-base.

El ser humano, como todo ser vivo, requiere para subsistir del equilibrio entre su medio interno y el externo, a la vez su medio interno necesita de cierta homeostasis que haga posible la vida.

Se hace indispensable conocer como se realiza este equilibrio (ácido-base), para determinar como se altera la concentración de algunos de sus componentes, la reacción que el organismo presenta para compensarlo y en determinado momento conocer las maniobras externas para mantener dicho equilibrio.

Una gran cantidad de elementos importantes en la clínica médica están en solución; solución es un líquido en donde hay una mezcla de dos o más sustancias; consta de una parte líquida (solvente) y una sólida (solute), en las soluciones biológicas, los solutos se encuentran en forma disociada o libre y no disociada. La porción disociada se conoce también como ION, así tenemos iones de  $\text{Ca}^{++}$  de  $\text{Na}^+$ , de  $\text{H}^+$ , etc., de carga positiva y se conocen como cationes y los de carga negativa,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , etc., conocidos como aniones.

---

<sup>35/</sup> Ibidem., pp. 173-174

Para que la función celular sea posible, se requiere de un ambiente muy especial cuyos límites deben mantenerse (temperatura, pH,  $O_2$ , etc.), uno de los factores que más importancia reviste es la concentración de iones  $H^+$  y se puede expresar como el logaritmo negativo de iones hidrógeno (pH).

Las sustancias que intervienen en este equilibrio son: ácido: que tiende a liberar iones hidrógeno a la solución y, base: las que tienden a retirarlos de ella.

Entre más iones hidrógeno libere una sustancia, más ácida será la solución y a la inversa, entre más reacciona, más fuerte será la sustancia base. Existen ácidos y bases débiles, que aceptan y/o dan iones hidrógeno, de acuerdo a la acidez o alcalinidad de la solución, regulando el equilibrio del sistema biológico (principalmente en sangre), permitiendo que el metabolismo celular continúe.

A estas sustancias, que evitan cambios extremos, se les suele llamar buffers, bases reguladoras o amortiguadores, (los principales son hemoglobina, bicarbonato, fosfatos, proteínas séricas, etc.).

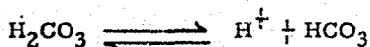
La actividad de los hidrogeniones es importante para la función celular, por lo que es necesario cuantificarla, el método de mayor validez es la escala de pH, que deriva de que el agua se disocia por igual en hidrogeniones e hidróxilos, por lo que su logaritmo negativo es de 7 (pH), que indica neutralidad.

Como el organismo consta de un 60-70% de agua como solvente biológico, se toma esta escala para medir los iones hidrógeno, en consecuencia a medida que aumentan los iones hidrógeno, la solución se acidifica, y por el contrario si disminuyen se alcaliniza.

El problema es que la concentración de hidrógenos es tan pequeña que resulta difícil expresarla en decimales, por lo que se expresa en forma exponencial (ejemplo:  $10^{-3}$ , cuyo logaritmo es -3).

Ecuación de Henderson - Hasselbach:

Esta ecuación expresa la relación ácido-base biológica, referida al sistema ácido carbónico/bicarbonato ( $H_2CO_3/HCO_3$ ), la ecuación se expresa en forma reversible:



Para expresar iones hidrógeno en forma logarítmica, usando el sistema amortiguador  $H_2CO_3$  se pone:

$$\log \frac{(H)}{H_2CO_3} + \log (HCO_3) = \log K$$

$$\log (H^+) + \log \frac{(HCO_3)}{H_2CO_3} = \log K$$

despejando,

$$\log (H^+) = \log K - \log \frac{(HCO_3)}{H_2CO_3}$$

cambiando signos a la  
ecuación tenemos:

$$-\log (H^+) = \log K + \log \frac{(HCO_3)}{H_2CO_3}$$

Se sustituyen los logaritmos negativos de  $(H^+)$  y  $K$  por  $pH$  y  $pK$  respectivamente y tenemos:

$$pH = pK + \log \frac{(HCO_3)}{H_2CO_3}$$

El siguiente paso consiste en sustituir a  $pK$  por su valor de disociación en sangre (para el sistema  $HCO_3/H_2CO_3$ ), es de 6.1 y por esta razón se obtiene:

$$pH = 6.1 + \log \frac{(HCO_3)}{H_2CO_3}$$

Ahora la cantidad de  $H_2CO_3$  corresponde a la  $PaCO_2$  medida en sangre y multiplicada por su coeficiente de solubilidad que es de 0.030 obteniéndose:

$$pH = 6.1 + \log \frac{(HCO_3)}{0.030 \times PaCO_2}$$

De esta manera se puede conocer el  $pH$  sanguíneo de cualquier persona conociendo solamente el bicarbonato y la  $PaCO_2$ .

Se puede expresar la ecuación de Henderson-Hasselbach de la siguiente manera.

$$\text{pH} = \text{Constante} + \frac{\text{Riñones}}{\text{Pulmones}}$$

Lo que expresa que la mayor parte de la compensación del equilibrio ácido-base es realizado por el riñón, reteniendo  $\text{HCO}_3^-$  o eliminando  $\text{H}^+$ , y los pulmones eliminando o reteniendo  $\text{CO}_2$ .

### 1.7.1 Equilibrio ácido-base y gases sanguíneos:

La gasometría valora el estado de oxigenación sanguínea y tisular así como el estado ácido-base del individuo, sus componentes son:

pH	Normal	7.35-7.45	+	(alcalosis)	
			-	(acidosis)	
<hr/>					
$\text{PaCO}_2$	normal	30-40 mmHg	+	(acidosis)	Respiratorio
			-	(alcalosis)	
$\text{PaO}_2$	normal	60-80 mmHg	+	(hiperoxemia)	
			-	(hipoxemia)	
$\text{HCO}_3^-$	normal	18-22 meq/l	+	(alcalosis)	Renal (metabólico)
			-	(acidosis)	
$\text{TCO}_2$	normal	19-23 meq/l	+	(alcalosis)	Renal
			-	(acidosis)	
EB	normal	$\pm 3$	+	(alcalosis)	Metabólico
			-	(acidosis)	

Valores gasométricos arteriales para la ciudad de México. (587 u. Torr)

Cualquier variación del  $\text{CO}_2$  y/o  $\text{HCO}_2$  determina acidosis o alcalosis, si se eleva el  $\text{CO}_2$  en sangre, el pHi descenderá y si el  $\text{CO}_2$  disminuye, el pHi tenderá a elevarse, constituyendo acidosis y alcalosis respectivamente. El trastorno respiratorio origina compensación renal tardía, eliminando o reteniendo  $\text{H}^+$  respectivamente, si por el contrario de eleva el  $\text{HCO}_3$ , el pHi se eleva también, y si disminuye el  $\text{HCO}_3$  el pH disminuye también, en consecuencia ésto es alcalosis y acidosis respectivamente, en ambos casos el pulmón retiene o elimina  $\text{CO}_2$  respectivamente.

De esta manera el componente respiratorio y renal mantiene en equilibrio el medio interno del individuo para asegurarse el funcionamiento celular.<sup>36/</sup>

---

<sup>36/</sup> Comroe, J.: op.cit., pp. 198-204.

## II. ESQUEMA DE LA INVESTIGACION.

### 2.2 Metodología de la investigación

Al elaborar el marco teórico y referencial, acerca de los métodos de inhaloterapia aplicados a la pediatría, se tomaron en cuenta anatomía y fisiología del aparato respiratorio, epidemiología de las enfermedades respiratorias en México, fisiopatología de algunas enfermedades (las más comunes en pediatría), y las técnicas de la terapia respiratoria empleadas para disminuir las manifestaciones de insuficiencia respiratoria, presentes en este tipo de afecciones. Para ello se realizó la investigación documental.

#### 2.2.1 Procedimientos empleados:

Recopilación de la información documental por medio de las siguientes fuentes:

1. Informes de la Secretaría de Salud sobre la epidemiología de las enfermedades respiratorias en México.
2. Informes anuales del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias.
3. Libros relacionados con inhaloterapia y con la fisiopatología de afecciones respiratorias.
4. Revistas médicas sobre el tema.

5. Libretas de reportes mensuales de inhaloterapia de los hospitales muestreados.
6. Expedientes clínicos de pacientes con insuficiencia respiratoria.

La información sobre el estudio fue recabada en un formulario que incluía:

1. Nombre del paciente.
2. Sexo.
3. Grupo de edad al que pertenecía.
4. Padecimiento.
5. Tratamiento de inhaloterapia.
6. Días de estancia intrahospitalaria.
7. Alta del hospital (mejoría, defunción, traslado u otro).

Dirigido a recabar datos sobre pacientes cuyas edades oscilaban desde los cero años hasta los 20 años, dándose este margen por ser los que manejaban ambos hospitales.

#### 2.2.2 Tipo de muestra:

##### 1. Selección de la muestra:

De entre todos los pacientes que durante los meses de octubre y noviembre fueron hospitalizados, se eligió a aquellos que presentaban insuficiencia respiratoria, o alguna afección del aparato respiratorio.

## 2. Marco de muestreo:

Se obtuvo un total de 746 pacientes, de los cuales 289 fueron tratados en el Hospital Infantil Privado con tratamiento medicamentoso y de inhaloterapia. Los 457 pacientes restantes fueron tratados en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, unicamente con tratamiento medicamentosos.

## 3. Recopilación y análisis de datos:

### Trabajo de campo:

El formulario comenzó a aplicarse desde el 10. de octubre al 30 de noviembre de 1984, hasta que el último paciente seleccionado fue dado de alta.

En el Hospital Infantil Privado, se trabajó directamente con el paciente, el médico y el expediente clínico, en los turnos matutinos, vespertino y nocturno.

En el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, los datos fueron obtenidos de manera retrospectiva por medio del archivo clínico, siguiendo las notas de evolución de los pacientes seleccionados y mediante el informe anual que al respecto elabora el Instituto.

### 2.2.3 Procesamiento de datos:

Para la codificación de la información se usó el método de varas, elaborando tablas de trabajo, cuadros y gráficas, con su respectiva descripción, además la comprobación de la hipótesis.

### III. RESULTADOS

3.1 Resultados obtenidos en el Hospital Infantil Privado en los meses de octubre y noviembre de 1984.

La investigación de un total de 289 pacientes, quienes por sus características ameritaron tratamiento de inhaloterapia, en un período de dos meses y en quienes se estudió:

1. Sexo y grupo de edad.
2. Padecimiento.
3. Tratamiento de inhaloterapia.
4. Evolución por días de estancia hospitalaria.
5. Índice de mortalidad.

Reportó los siguientes datos: la morbilidad en el sexo masculino fue de 65.74% y la del sexo femenino de 34.25%, se observa que el mayor porcentaje por padecimientos corresponde a las neumonías y bronconeumonías, con 67 casos, que representan el 23.18% del total. El sexo masculino predomina y los pacientes de 0-3 años de edad son más susceptibles de contraerlas. El tratamiento de terapia respiratoria para este tipo de pacientes fue básicamente el de ambiente húmedo con nebulizador ultrasónico, así como fisioterapia pulmonar y el uso de fármacos mucolíticos. La mejora en estos casos oscila entre los 2-4 días.

Las bronquiolitis ocupan el segundo lugar con un total de 55 casos, que representan el 19.02% de los cuales, el sexo masculino sobresale nuevamente y en su totalidad, los pacientes de 0-3 años la contraen, la terapéutica respiratoria encaminada a mejorar la ventilación y el manejo de secreciones, se basó en todos los casos, en el ambiente húmedo y sólo 26 pacientes requirieron del apoyo de la oxigenoterapia, el promedio de mejoría fue de 2 días.

En tercer lugar encontramos a la laringotraqueítis, con un total de 52 casos y el 17.99% del total, predominando de nueva cuenta el sexo masculino, con una variación de edad de 0-3 años, el uso del ambiente húmedo frío, en todos los casos fue el mejor recurso junto con los fármacos vasoconstrictores locales, el promedio de estancia con tratamiento de inhaloterapia fue de 3 días en promedio.

Las patologías no respiratorias ocupan el cuarto lugar, entre ellas están incluidas: gastroenteritis infecciosas, infecciones eruptivas, insuficiencia cardíaca descompensada, et., la característica principal de estas patologías es que secundariamente desarrollan procesos de tipo respiratorio sea por deshidratación, por fenómenos restrictivos pulmonares subsecuentes, y/o hipertensión pulmonar resultante, incluso infecciones de vías respiratorias altas. Representan el 11.76%, con 34 casos de los que el sexo masculino sobresale y el promedio de edad se encuentra entre los 0-3 años, la mejoría va-

rfa de 2-3 días (dependiendo de la patología de fondo que se trate). El recurso de terapia respiratoria fue el ambiente húmedo, aunque el 15% de estos pacientes requirió de soporte ventilatorio prolongado (respiración artificial).

En el quinto lugar se encuentra el asma con 31 casos y un 10.72% del total, de los cuales el sexo masculino sigue predominando. Es mucho más frecuente encontrarlo en pacientes cuyas edades oscilan entre los 4 y 7 años, es decir, entre la etapa preescolar y la escolar, aunque de manera aislada, en este hospital se ha encontrado en todas las edades. En todos los casos se requirió de la ayuda del ambiente húmedo, con el uso de las drogas broncodilatadoras, y en menos casos la ayuda de la presión positiva intermitente (R.P. P.I.), el tiempo promedio de estancia hospitalaria varió entre 1 y 2 días.

Con 22 casos y un 7.61%, colocado en el sexto lugar se encuentran las infecciones de vías respiratorias altas (I.V.R.A.), que incluyen faringoamigdalitis, rinitis, laringitis, etc., el sexo masculino sobsale en este grupo, la edad más frecuente varía entre los 0 y los 3 años, la ayuda de la terapia respiratoria se concretó en todos los casos al ambiente húmedo, el promedio de mejoría fue de 2 días.

En el séptimo lugar encontramos a tres entidades con 5 casos cada una de ellas y con un 1.73%.

Prematurez: el sexo masculino siguió predominando, tres casos requirieron de ambiente húmedo con oxigenoterapia y dos casos de ventilación prolongada, el tiempo promedio del cuadro respiratorio fue de más de 15 días.

#### Quirúrgicas:

Generalmente, por septumrinoplastia, faringoamigdalitis, raras ocasiones por otras causas, la terapia respiratoria en estos casos disminuye las molestias producidas por el traumatismo laríngeo en la intubación endotraqueal para introducir la anestesia, o para saturar de humedad el aire inspirado por los pacientes sometidos a cirugía de nariz. El sexo femenino sobresalió con tres casos, no hay predominio de edad, la terapia respiratoria fue en casi todos los casos el ambiente húmedo, y sólo uno de ellos requirió de soporte ventilatorio prolongado porque sus movimientos respiratorios eran ineficaces para mantener la ventilación y oxigenación adecuada, el tiempo promedio de mejoría fue de 1 a 2 días.

Taquipnea transitoria del recién nacido: con predominio del sexo femenino, todos los casos requirieron de oxigenoterapia y sólo uno de ventilación prolongada, el tiempo promedio de mejoría, del cuadro respiratorio fue de más de 15 días, dependiendo de la severidad del caso.

En octavo lugar se encuentra la enfermedad de membrana hialina, con 9 casos, todos del sexo masculino y con un 3.11% del total, requiriendo todos de oxigenoterapia y 7 de ellos de ventilación prolongada, lo que representa el 78% de esta entidad. Dado que esta patología está asociada a la prematurez, la mortalidad fue de 3 casos, el tiempo promedio de evolución a la mejoría fue hasta por más de 15 días.

En el lugar número noveno está la bronquitis, con 4 casos lo que representa el 1.37%, con predominio del sexo masculino, la edad promedio varió entre 0 a 3 años y el tratamiento en todos los casos fue la oxigenoterapia y ambiente húmedo, el tiempo de mejoría fue de 2 a 3 días.

CUADRO No. 1

DISTRIBUCION DE PACIENTES POR GRUPO DE EDAD, SEXO  
PADECIMIENTO, QUE FUERON ATENDIDOS EN EL HOSPITAL  
INFANTIL PRIVADO, DURANTE LOS MESES DE OCTUBRE Y  
NOVIEMBRE, 1965

PADECIMIENTO	0 A 3 AÑOS				4 A 7 AÑOS				GRUPOS DE EDAD 8 A 12 AÑOS				Y SEXO 13 A 16 AÑOS		
	M	%	F	%	M	%	F	%	M	%	F	%	M	%	F
ASMA	6	2.07	4	1.33	10	3.46	4	1.38	5	1.73	2	0.70	-	-	-
Bronquiectasias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bronquiolitis	39	13.50	16	5.53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bronquitis	3	1.03	1	0.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E. M. H.	9	3.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I.V.R.A.	11	3.80	10	3.46	1	0.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laringotraqueítis	31	10.72	15	5.20	4	1.38	2	0.70	-	-	-	-	-	-	-
Neumonía y bron- coneumonía	38	13.14	16	5.53	5	1.73	8	2.76	-	-	-	-	-	-	-
Patologías no respiratorias	20	7.00	13	4.50	1	0.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prematurez	3	1.03	2	0.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quirúrgicas	-	-	-	-	1	0.34	-	-	1	0.34	2	0.70	-	-	1
T.T.R.N.	2	0.70	3	1.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>T O T A L E S</b>	<b>162</b>	<b>56.10</b>	<b>80</b>	<b>27.67</b>	<b>22</b>	<b>7.59</b>	<b>14</b>	<b>4.84</b>	<b>6</b>	<b>2.07</b>	<b>4</b>	<b>1.40</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1</b>

FUENTE: Expedientes clínicos del Hospital Infantil Privado, y registros del Departamento de Inhaloterapia, octubre

CUADRO No. 1

ION DE PACIENTES POR GRUPO DE EDAD, SEXO Y  
 ENTO, QUE FUERON ATENDIDOS EN EL HOSPITAL  
 PRIVADO, DURANTE LOS MESES DE OCTUBRE Y  
 NOVIEMBRE, 1985

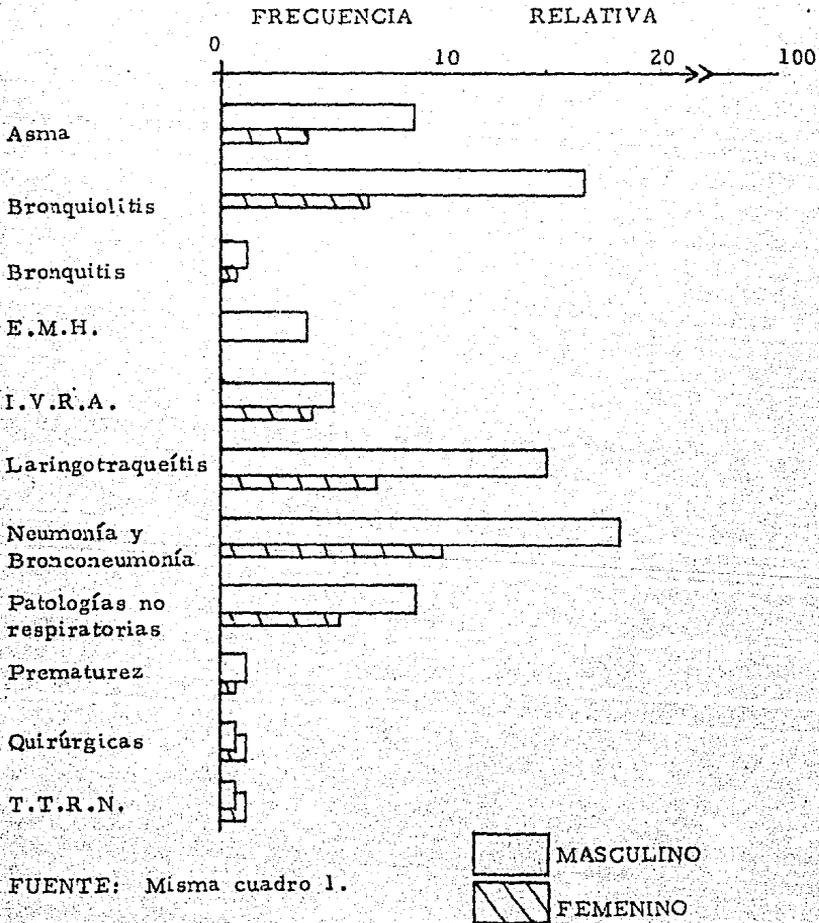
7 AÑOS	GRUPOS DE EDAD Y SEXO				13 A 16 AÑOS				17 A 20 AÑOS				T O T A L E S					
	F	%	M	%	F	%	M	%	F	%	M	%	F	%	M	%	F	%
4	1.38		5	1.73	2	0.70	-	-	-	-	-	-	-	-	21	7.26	10	3.46
-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	13.50	16	5.53
-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.05	1	0.34
-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	3.11	-	-
-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	4.14	10	3.46
2	0.70		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	12.1	17	5.90
8	2.76		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	14.87	24	8.29
-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	7.34	13	4.50
-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.03	2	0.70
-	-		1	0.34	2	0.70	-	-	1	0.34	-	-	-	-	2	0.70	3	1.04
-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.70	3	1.04
4	4.84		6	2.07	4	1.40	-	-	1	0.34	-	-	-	-	190	65.78	99	34.24

registros del Departamento de Inhaloterapia, octubre y noviembre de 1984.

GRAFICA No. 1

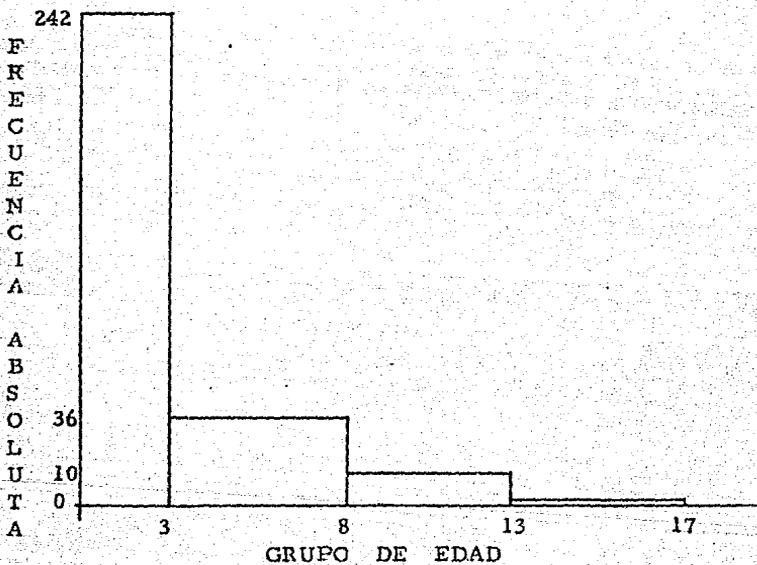
DISTRIBUCION DE PACIENTES POR SEXO Y PADECIMIENTO, QUE FUERON ATENDIDOS EN EL HOSPITAL INFANTIL PRIVADO DURANTE LOS MESES DE OCTUBRE Y NOVIEMBRE.

1986



## GRAFICA No. 2

DISTRIBUCION DE PACIENTES POR GRUPO DE EDAD, QUE FUERON ATENDIDOS EN EL HOSPITAL INFANTIL PRIVADO DURANTE LOS MESES DE OCTUBRE Y NOVIEMBRE.  
1 9 8 6



FUENTE: Misma del Cuadro No. 1

DESCRIPCION: El grupo de edad que más prevaleció fue el de 0 a 3 años, con una frecuencia de 242, mientras que el grupo de 13 a 16 años tuvo una frecuencia de sólo 1.

DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS DE INHALOTERAPIA  
EN PACIENTES PEDIATRICOS, QUE FUERON ATENDIDO  
INFANTIL PRIVADO EN LOS MESES DE OCTUBRE Y NO

PADECIMIENTO	TRATAMIENTO DE INHALOTERAPIA				
	Ambiente húmedo	Oxigenoterapia	R.P.P.I.	Ventilación prolongada	Antibiótico terapia
Asma	31	19	7	-	4
Bronquiectasias	-	-	-	-	-
Bronquiolitis	55	26	3	-	2
Bronquitis	4	2	-	-	2
E.M.H.	2	2	-	7	9
I.V.R.A.	22	5	-	-	22
Laringotraqueítis	52	9	3	-	25
Neumonía y bronco- neumonía	67	26	1	-	67
Patologías no respi- ratorias	25	23	-	5	31
Prematurez	3	3	-	5	5
Quirúrgicos	4	2	-	1	3
T.T.R.N.	2	4	-	1	5
<b>T O T A L</b>	<b>267</b>	<b>121</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>173</b>

FUENTE: Misma del Cuadro No. 1.

CUADRO No. 2

DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS DE INHALOTERAPIA POR PADECIMIENTO,  
 PACIENTES PEDIATRICOS, QUE FUERON ATENDIDOS EN EL HOSPITAL  
 PRIVADO EN LOS MESES DE OCTUBRE Y NOVIEMBRE, 1986.

TRATAMIENTO DE INHALOTERAPIA							TOTAL
R.P.P.I.	Ventilación prolongada	Antibiótico terapia	Vasoconstrictor local	Mucolítico	Bronco- dilataador		
7	-	4	-	-	31	92	
-	-	-	-	-	-	-	
3	-	2	-	-	4	90	
-	-	2	-	-	-	8	
-	7	9	-	-	-	20	
-	-	22	-	-	-	49	
3	-	25	23	-	-	112	
1	-	67	-	50	-	211	
-	5	31	-	-	-	84	
-	5	5	-	-	-	16	
-	1	3	-	-	-	10	
-	1	5	-	-	-	12	
14	19	173	23	50	35	704	

## CUADRO No. 3

EVOLUCION DE LOS PACIENTES PEDIATRICOS CON AFECCION  
 DEL APARATO RESPIRATORIO, QUE FUERON TRATADOS CON  
 INHALOTERAPIA EN EL HOSPITAL INFANTIL PRIVADO DURANTE  
 LOS MESES DE OCTUBRE Y NOVIEMBRE

1 9 8 6

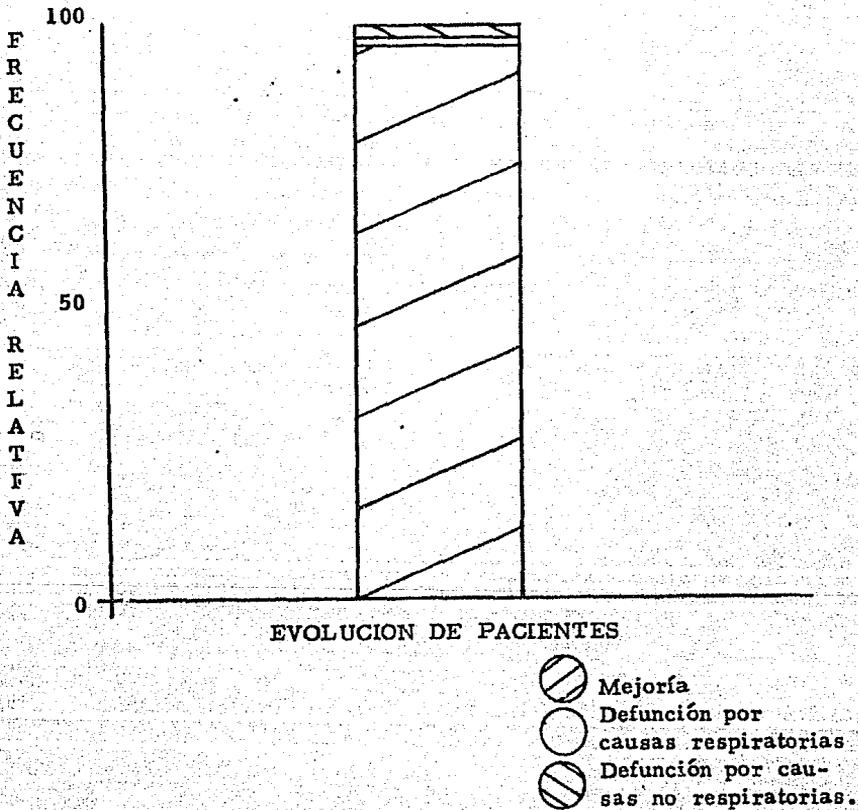
MEJORIA		DEFUNCION Causas respiratorias		DEFUNCION Causas no respiratorias	
Fo	%	Fo	%	Fo	%
283	98	3	1	3	1

FUENTE: Misma del Cuadro No. 1

## GRAFICA No. 3

EVOLUCION DE LOS PACIENTES PEDIATRICOS CON AFECCION DEL APARATO RESPIRATORIO, QUE FUERON TRATADOS CON INHALOTERAPIA EN EL HOSPITAL INFANTIL PRIVADO DURANTE LOS MESES DE OCTUBRE Y NOVIEMBRE

1986



FUENTE: Misma del Cuadro No. 3

DESCRIPCION: De los pacientes que fueron tratados de afección respiratoria con inhaloterapia, el 98% evolucionó hacia la mejoría.

## CUADRO No. 4

PROMEDIO DE DIAS DE ESTANCIA HOSPITALARIA, POR PADECIMIENTO, EN PACIENTES PEDIATRICOS QUE FUERON TRATADOS CON INHALOTERAPIA EN EL HOSPITAL INFANTIL PRIVADO EN  
LOS MESES DE OCTUBRE Y NOVIEMBRE

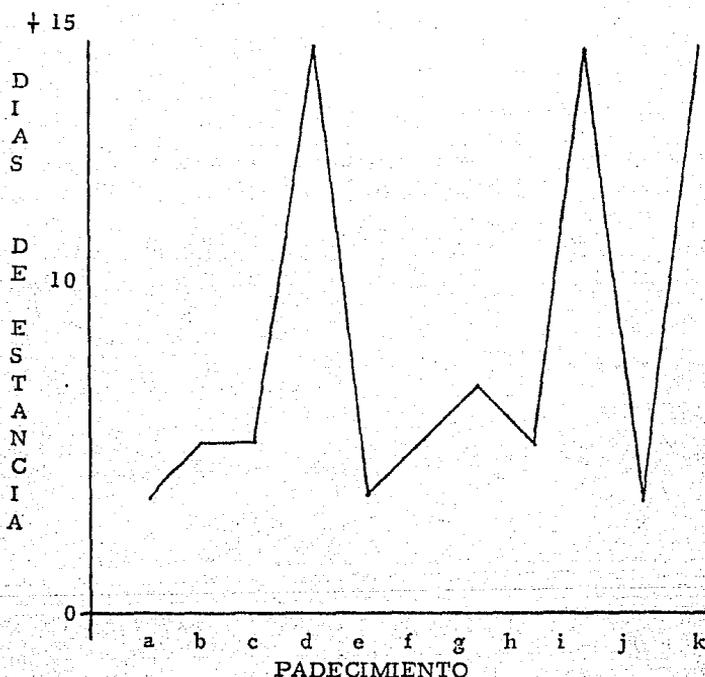
1 9 8 6

PADECIMIENTO	DIAS DE ESTANCIA
a. Asma bronquial	2 días
b. Bronquiolitis	3 días
c. Bronquitis	3 días
d. E.M.H.	12 días (promedio)
e. I.V.R.A.	2 días
f. Laringotraqueítis	3 días
g. Neumonías y bronconeumonías	4 días
h. Patologías no respiratorias	3 días
i. Prematurez	más de 15 días
j. Quirúrgicas	2 días
k. T.T.R.N.	más de 15 días
TOTAL	66 días
PROMEDIO TOTAL DE DIAS ESTANCIA	6 días

FUENTE: Misma del Cuadro No. 1.

## GRAFICA No. 4

PROMEDIO DIAS DE ESTANCIA HOSPITALARIA POR PADECIMIENTO, EN PACIENTES PEDIATRICOS QUE FUERON TRATADOS CON INHALOTERAPIA EN EL HOSPITAL INFANTIL PRIVADO EN LOS MESES DE OCTUBRE Y NOVIEMBRE  
1 9 8 6



FUENTE: Misma del cuadro No. 4

DESCRIPCION: El promedio total de días estancia por padecimiento es de 6 días con tratamiento de inhaloterapia, sin embargo, aquellos pacientes que por su edad y desarrollo de su sistema inmunológico resultan más lábiles a la enfermedad, la terapia respiratoria sólo sirvió de apoyo mientras su pulmón adquiría suficiente capacidad funcional, v.g. E.M.H., prematuréz y T.T.R.N.

3.2 Resultados obtenidos en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, durante octubre y noviembre de 1984.

Se revisaron un total de 457 casos, a quienes por problemas respiratorios hubo necesidad de internar en este Instituto, durante los meses de octubre y noviembre de 1984. Las variables investigadas fueron:

1. Sexo y grupo de edad.
2. Padecimiento.
3. Días de estancia.
4. Índices de mortalidad.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

De los 457 pacientes ingresados durante este período de estudio, el 51.98% (233 casos) fueron del sexo masculino y 48.01% (224 casos) del sexo femenino. La entidad patológica que más casos reportó fue el de las infecciones respiratorias agudas (I.V.R.A.), con 38.07% y 174 casos, el grupo de edad más sobresaliente fue el de 0 a 3 años. Los cuales con tratamiento farmacológico y sin tratamiento de inhaloterapia tuvieron una evolución hacia la mejoría de 4 días (estancia hospitalaria).

En segundo lugar se encuentra el asma, con 19.69% (90 casos) de los cuales el sexo femenino predomina con un 10.72% (49 casos)

y con un tiempo de evolución de 20 días, sin tratamiento de inhaloterapia, el grupo de edad donde más casos se reportaron es el comprendido entre los 4 a los 7 años.

En el tercer lugar se encuentra la laringotraqueítis con un 13.12% (60 casos) de los que sobresale el sexo masculino con 6.78% y el grupo de edad con mayor número de casos fue el comprendido entre los 0 a los 3 años, la evolución por días de estancia intrahospitalaria fue de 4.

El tercer lugar lo ocupan los problemas que requirieron de intervención quirúrgica, (amigdalectomías, septumrinoplastías, etc.), con una marcada predominancia por el sexo masculino de 4.37% de los 52 registrados, el grupo de edad y los días de estancia hospitalaria variaron según la causa.

Las neumonías y las bronconeumonías ocupan el quinto sitio con un total de 42 casos y 9.19% del total investigado, predomina el sexo masculino con 5.47% y el grupo de edad más afectado fue de 13 a 16 años, la evolución hacia la mejoría fue de 25 días como promedio.

En el sexto lugar se encuentra la bronquiectasia, con 5.68% (26 casos), el sexo femenino predominó con un 3.28% del total, y el grupo de edad más afectado es de 8 a 12 años, los días de estancia intrahospitalaria varían según la gravedad del caso, el prome-

dio registrado con tratamiento médico fue de más de 39 días.

La entidad patológica conocida como bronquitis se halla en el séptimo lugar con 2.84% (13 casos), en las que el sexo masculino predomina con el 1.96% del total y el grupo de edad más afectado fue de 4 a 7 años, la estancia intrahospitalaria fue de 21 días.

Puesto que esta Institución no maneja población infantil de recién nacidos, no se registraron durante el período de estudio los casos de bronquiolitis, enfermedad de membrana hialina ni de taquipnea transitoria del recién nacido.

DISTRIBUCION DE PACIENTES POR GRUPO DE EDAD, SEXO Y PADECIMIENTO, QUE FUERON ATENDIDOS EN EL INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS, DURANTE LOS MESES DE OCTUBRE Y NOVIEMBRE

1 9 8 6

	0 A 3 AÑOS				4 A 7 AÑOS				GRUPO DE EDAD 8 A 12 AÑOS				Y SEXO 13 A 16 AÑOS		
	M	%	F	%	M	%	F	%	M	%	F	%	M	%	F
Asma	10	2.18	4	0.87	12	2.62	23	5.03	2	0.43	10	2.18	6	1.31	6
Bronquiectasias	2	0.43	-	-	3	0.65	1	0.21	4	0.87	6	1.31	2	0.43	7
Bronquiolitis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bronquitis	3	0.65	-	-	2	0.43	2	0.43	2	0.43	1	0.21	1	0.21	-
E.M.H.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I.V.R.A.	59	13.00	31	6.78	22	4.81	23	5.03	7	1.53	5	1.09	5	1.09	15
Laringotraqueítis	31	6.78	29	6.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neumologías y Bronconeumonías	4	0.87	2	0.43	7	1.53	5	1.59	2	0.43	-	-	7	1.53	6
Patologías no respiratorias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prematurez	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quirúrgicas	-	-	-	-	5	1.09	7	1.53	12	2.62	18	3.93	1	0.21	5
T.T.R.N.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTALES</b>	<b>145</b>	<b>31.72</b>	<b>66</b>	<b>14.44</b>	<b>51</b>	<b>11.15</b>	<b>61</b>	<b>13.34</b>	<b>29</b>	<b>6.34</b>	<b>40</b>	<b>8.75</b>	<b>22</b>	<b>4.81</b>	<b>39</b>

FUENTE: Archivo clínico del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, octubre y noviembre de 1984.

CUADRO No. 5

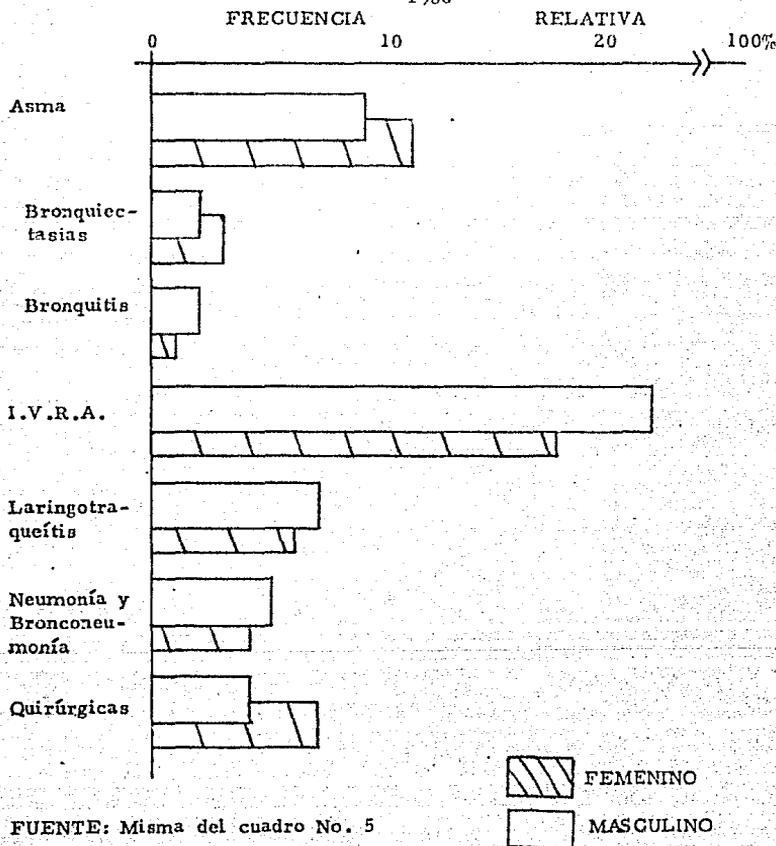
DISTRIBUCION DE PACIENTES POR GRUPO DE EDAD, SEXO Y DESEMPEÑO, QUE FUERON ATENDIDOS EN EL INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS, EN LOS MESES DE OCTUBRE Y NOVIEMBRE

1 9 8 6

AÑOS	GRUPO DE EDAD 8 A 12 AÑOS				Y SEXO 13 A 16 AÑOS				17 A 20 AÑOS				TOTAL					
	F	%	M	%	F	%	M	%	F	%	M	%	F	%	M	%	F	%
62	23	5.03	2	0.43	10	2.18	6	1.31	6	1.31	11	2.40	6	1.31	41	8.97	49	10.71
65	1	0.21	4	0.87	6	1.31	2	0.43	7	1.53	-	-	1	0.21	11	2.40	15	3.28
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	2	0.43	2	0.43	1	0.21	1	0.21	-	-	1	0.21	1	0.21	9	1.96	4	0.87
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
81	23	5.03	7	1.53	5	1.09	5	1.09	15	3.28	3	0.65	4	0.87	96	21.00	78	17.06
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	6.78	29	6.34
53	5	1.59	2	0.43	-	-	7	1.53	6	1.31	5	1.09	4	0.87	25	5.47	17	3.71
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09	7	1.53	12	2.62	18	3.93	1	0.21	5	1.09	2	0.43	2	0.43	20	4.37	32	7.00
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	61	13.34	29	6.34	40	8.75	22	4.81	39	8.53	22	4.81	18	3.93	233	51.98	224	48.01

Enfermedades Respiratorias, octubre y noviembre de 1984.

DISTRIBUCION DE PACIENTES POR SEXO Y PADECIMIENTO QUE FUERON ATENDIDOS EN EL INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS, DURANTE LOS MESES DE OCTUBRE Y NOVIEMBRE 1986



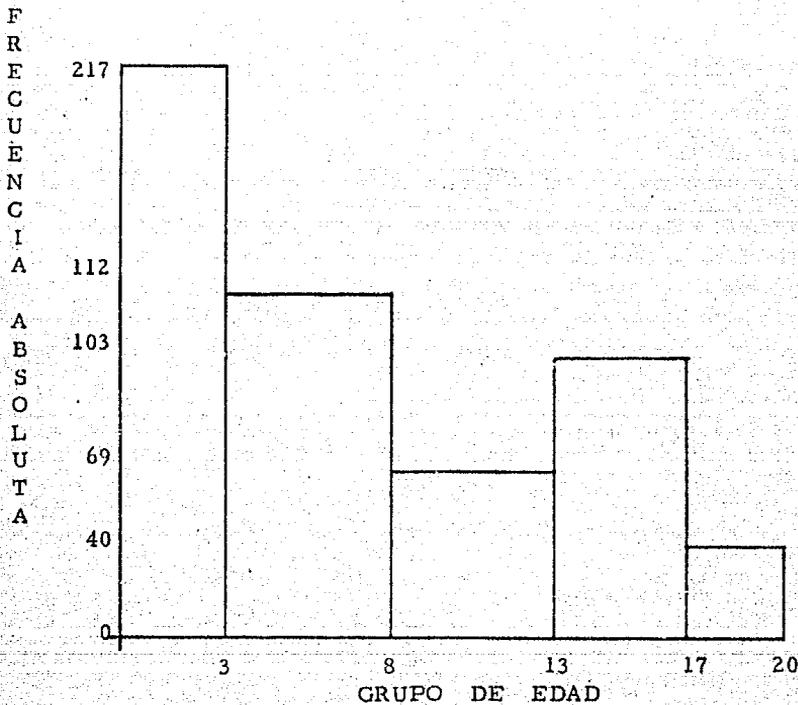
FUENTE: Misma del cuadro No. 5

DESCRIPCION: De los padecimientos respiratorios estudiados sobresale la infección de vías respiratorias altas (I.V.R.A.) con el 36.06% y es el sexo masculino el que predomina como susceptible de contraer las afecciones respiratorias, con un 51.98%.

GRAFICA No. 6

DISTRIBUCION DE PACIENTES POR GRUPO DE EDAD, QUE FUERON ATENDIDOS EN EL INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS DURANTE LOS MESES DE OCTUBRE Y NOVIEMBRE.

1986



FUENTE: Misma del cuadro No. 5

DESCRIPCION: El grupo de edad con mayor frecuencia observada fue el de 0 a 3 años, constituyendo el más lábil ante las afecciones respiratorias, y en forma descendente se encuentra el grupo de 17 a 20 años con una mínima frecuencia de 10.

## CUADRO No. 6

EVOLUCION DE LOS PACIENTES PEDIATRICOS CON AFECCION DEL APARATO RESPIRATORIO, QUE FUERON TRATADOS SIN INHALOTERAPIA EN EL INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS DURANTE LOS MESES DE OCTUBRE Y NOVIEMBRE

1 9 8 6

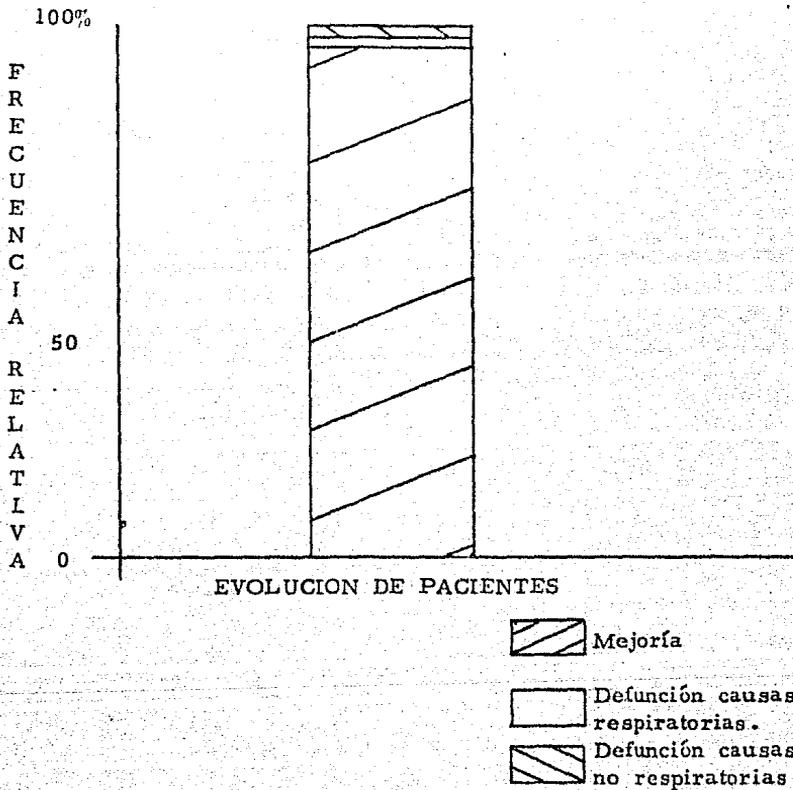
F	%	DEFUNCION		DEFUNCION	
		Causas respiratorias		Causas no respiratorias	
		Fo	%	Fo	%
447	97.81	9	1.96	1	0.21

FUENTE: Misma del cuadro No. 5

GRAFICA No. 7

EVOLUCION DE PACIENTES PEDIATRICOS CON AFECCION DEL APARATO RESPIRATORIO, QUE FUERON TRATADOS SIN INHALOTERAPIA EN EL INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS DURANTE LOS MESES DE OCTUBRE Y NOVIEMBRE.

1986



FUENTE: Misma del cuadro No. 6

DESCRIPCION: De los pacientes tratados en este instituto, el 97.81% evolucionaron hacia la mejoría, y fallecieron por causas respiratorias el 1.96%.

## CUADRO No. 7

DIAS DE ESTANCIA INTRAHOSPITALARIA DE LOS PACIENTES  
QUE INGRESARON EN EL INSTITUTO NACIONAL DE ENFERME-  
DADES RESPIRATORIAS, SIN TRATAMIENTO DE INHALOTERAPIA  
EN LOS MESES DE OCTUBRE Y NOVIEMBRE

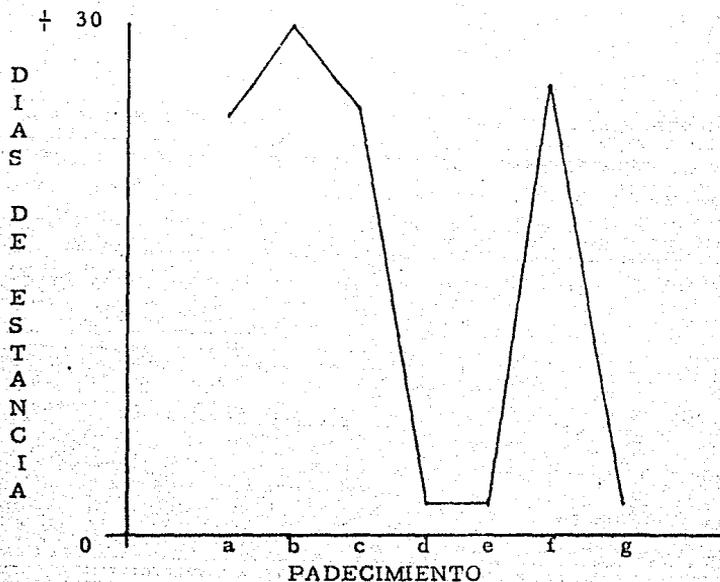
1 9 8 6

PADECIMIENTO	DIAS DE ESTANCIA
a. Asma bronquial	20 días
b. Bronquiectasias	39 días
Bronquiolitis	-- (no registrados)
c. Bronquitis	21 días
d. I.V.R.A.	4 días
e. Laringotraqueítis	4 días
f. Neumonías y bronconeumonías	25 días
Patologías no respiratorias	-- (no registrados)
Prematurez	-- (no registrados)
g. Quirúrgicas	(depende de la causa)
T.T.R.N.	-- (no registrados)
<b>TOTALES</b>	<b>133 días</b>
<b>PROMEDIO TOTAL DE DIAS ESTANCIA</b>	<b>19 días</b>

FUENTE: Misma del cuadro No. 5.

GRAFICA No. 8

DIAS DE ESTANCIA HOSPITALARIA DE LOS PACIENTES QUE  
INGRESARON EN EL INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES  
RESPIRATORIAS, SIN TRATAMIENTO DE INHALOTERAPIA,  
EN LOS MESES DE OCTUBRE Y NOVIEMBRE  
1 9 8 6



FUENTE: Misma del cuadro No. 7.

DESCRIPCION: Las enfermedades que requirieron de mayor tiempo intrahospitalario fueron las bronquiectasias y las neumonías y bronconeumonías, con 39 y 25 días respectivamente, y los de menor estancia fueron los de infección de vías respiratorias altas y los de laringotraqueítis con 4 días cada una de ellas, sin embargo, el promedio total de días de estancia fue de 19 días para cada una de ellas.

CUADRO No. 8

VALORACION DE SILVERMAN DE INGRESO Y DE  
LAS PRIMERAS VEINTICUATRO HORAS EN PACIEN-  
TES PEDIATRICOS CON INSUFICIENCIA RESPIRATO-  
RIA, CON Y SIN TRATAMIENTO DE INHALOTERAPIA

1 9 8 6

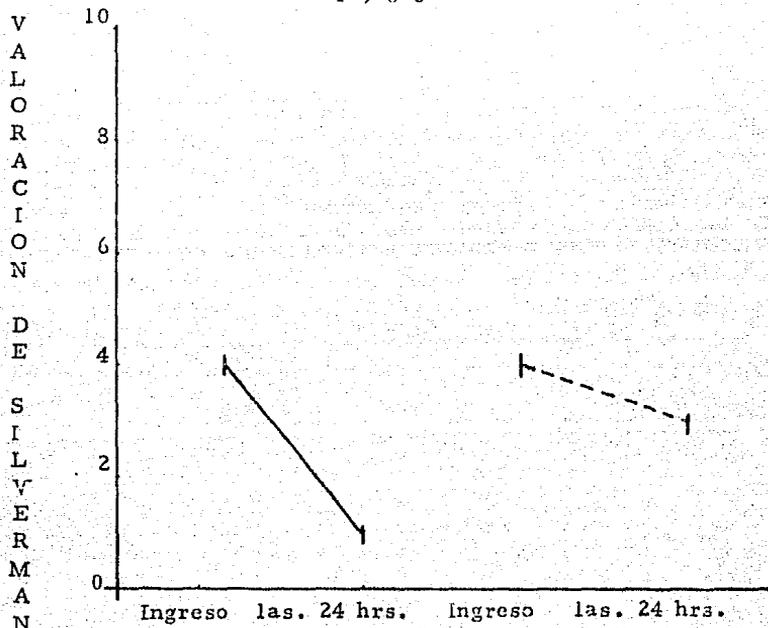
PADECI- MIENTO	De ingreso	Valoración de Silverman con inhala- terapia ( 24 hrs.)	De ingreso	Sin inhala- terapia ( 24 horas)
Asma	4	2	5	4
Bronquitis	4	1	2	2
I.V.R.A.	2	1	3	2
Laringotraqueítis	4	0	4	1
Neumonía y Bronconeumonía	4	2	4	4
Quirúrgicas	4	0	4	2
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>

FUENTE: Misma de cuadros 1 y 5.

## GRAFICA No. 9

VALORACION DE SILVERMAN DE INGRESO Y DE LAS PRIMERAS VEINTICUATRO HORAS EN PACIENTES PEDIATRICOS CON INSUFICIENCIA RESPIRATORIA, CON Y SIN TRATAMIENTO DE INHALOTERAPIA.

1986



FUENTE: Misma del cuadro 8.  Con tratamiento de inhaloterapia.

 Sin tratamiento de inhaloterapia

DESCRIPCION: Se observa disminución de los signos y síntomas de insuficiencia respiratoria en aquellos pacientes que recibieron tratamiento de inhaloterapia durante las primeras 24 horas (4 a 1 de Silverman), comparativamente con aquellos pacientes que no fueron tratados (4 a 3 de Silverman).

PRUEBA DE HIPOTESIS

Se desea conocer en esta investigación si el uso de los métodos y técnicas de inhaloterapia reducen de manera considerable la insuficiencia respiratoria.

Se sugiere que con estos datos se utilice como prueba de hipótesis la diferencia entre medios muestrales teniendo como antecedente que la  $\bar{X}$  de  $n_1 = 4$  y que la  $\bar{X}$  de  $n_2 = 3$ .

Con estos datos debemos comprobar la  $H_0$  de que no existe  $\neq n_1$  y  $n_2$ .

Estadístico de prueba:

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma}$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}}$$

$$Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - 0}{\sigma \text{ dif.}}$$

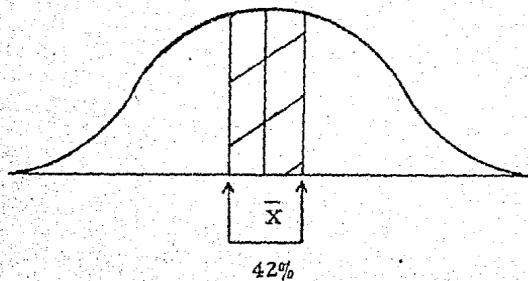
$$Z = \frac{4 - 3}{2}$$

$$Z = 0.5$$

Una  $\neq$  de medios, entre los pacientes que son asistidos en el Departamento de Inhaloterapia y los que no lo son, cae en 0.5 desviaciones estándar.

. . Si observamos en la tabla B que dice que  $Z = 0.5$  representa el 20.88% de la distribución en una y otra dirección de la media de 0 ó sea que el 41.76% de las  $\bar{x}$  entre los medios muestrales están entre 0 y una  $\bar{x}$  media de 1 ó sea, que indica que  $P = .42$  de que  $\bar{x}$  entre medios caiga en  $-1$  y  $+1$ .

Por lo anterior se acepta la  $H_0$



### CONCLUSIONES:

La tasa de morbilidad de las enfermedades respiratorias en pacientes pediátricos correspondió a 593.3 en México, más alta que en Norte América y algunos países de Sudamérica.

En los hospitales estudiados predominó el sexo masculino como el más afectado, el grupo de edad que prevaleció fue el de 0 a 3 años.

La mayor causa de internamiento para el Hospital Infantil Privado, fue por Neumonía y Bronconeumonía, correspondiendo a éstas el 23.18% de un total de 289 casos por enfermedades respiratorias, mientras que para el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, lo fueron las enfermedades de vías respiratorias altas (I.V.R.A.) con un 38.07% de 457 casos.

Los días de estancia hospitalaria y por ende, la disminución de los datos de insuficiencia respiratoria para los pacientes del Hospital Infantil Privado, fueron de un promedio total de 6 días, como máximo para cada padecimiento, con tratamiento médico y como coadyuvante el de inhaloterapia. Para el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, el promedio total de días estancia y de disminución de la insuficiencia respiratoria hasta la mejoría, fue mucho más alto si se compara con el del Hospital Infantil Privado, correspondiendo a cada patología un total de 19 días con tratamiento médico y su tratamiento de inhaloterapia.

El porcentaje de casos que evolucionaron hacia la mejoría para ambos hospitales fue de 98%, mientras que el porcentaje de mortalidad para los mismos comprendió al 1%. La diferencia notada en ambos hospitales fue el tiempo de estancia hospitalaria hasta su mejoría, de lo que se desprende que la inhaloterapia no sólo reduce los signos y síntomas de la insuficiencia respiratoria, sino también el tiempo de internamiento hospitalario. Por lo tanto una valoración continua permite juzgar y modificar el plan de tratamiento según se requiera, y seleccionar el recurso de inha-loterapia más adecuado a cada situación.

El conocimiento de las técnicas y métodos de inhaloterapia permite vigilar la respuesta del paciente al tratamiento y establecer metas realistas que se puedan alcanzar, por lo que el tratamiento de la insuficiencia respiratoria de cualquier origen, debería ser manejada en forma multidisciplinaria con personal que conozca el área.

Por lo tanto, es necesario que se amplíe la enseñanza al respecto para abatir la morbimortalidad, detectando tempranamente las alteraciones respiratorias a fin de controlarlas de manera oportuna.

BIBLIOGRAFIA

- BROCK, R.C. La anatomía del árbol bronquial London, Oxford 1954; Ed. Publicaciones Médicas, 200 pp.
- BRYAN, C.D. Manual de terapéutica respiratoria; México, Ed. Manual Moderno, 1977, 250 pp.
- CUEVA y López Ejercicios respiratorios para enfermos asmáticos y enfisematosos; Sociedad Mexicana de Alergología, México, 1976, 25 pp.
- CHERNIACK, R.M. Respiración en la salud y la enfermedad; Ed. W.B. Saunders London, 1972, 190 pp.
- DIAZ del Castillo Clínica y patología del recién nacido; Ed. Interamericana, México, 1969, 500 pp.
- DIAZ del Castillo, B. Historia verdadera de la conquista de la Nueva España, Ed. Patria, México, 1983, 971 pp.
- DIVERTIE Balance ácido-base y su regulación; Ed. American College, U.S.A., 1971, 255 pp.
- DODDS Lo esencial de la embriología humana; Ed. John Wiley, N.Y., 1955, 345 pp.
- FUENTES y Cortés Insuficiencia respiratoria aguda, Revista de la Facultad de Medicina; Col. XX, México, 1977, año 20, No. 10, 28-40 pp.
- GLOVER, D. Terapéutica respiratoria, Ed. Manual Moderno, México, 1983, 284 pp.

- JANEWAY, et.al. Memorias (XII Congreso Internacional de Pediatría), Ed. Impresiones Moderna, México, 1968, 467 pp.
- JASSO y Lozano Daño cerebral en el neonato; Ed. Academia Mexicana de Pediatría, México, 1980, 50 pp.
- KEMPE, C.H. Manual de pediatría, Ed. Manual Moderno, México, 1981, 814 pp.
- KENDING, E.L. Trastornos pulmonares, Ed. Salvat, Vol. 1, Barcelona, 1977, 230 pp.
- LANGMAN, J. Embriología médica, Ed. Interamericana, México, 1969, 384 pp.
- L'GAMIZ, M.A. Bioestadística, Ed. Francisco Méndez C., México, 1982, 250 pp.
- LA PIERRE, A. Reeducación física; Ed. Científica Médica, Tomos I, II y III, Barcelona, 1978.
- LEVIN Asistencia respiratoria intensiva en el niño; Ed. Espax, Barcelona, 1979, 289 pp.
- LOPEZ. Soto, E. Insuficiencia respiratoria, Ed. Jims, Barcelona, 1978, 408 pp.
- LOPEZ, E. Cuidados intensivos neonatales: La enfermera al día, Vol. 3, No. 2, México, 1982.
- MAC Pherson Equipo de terapia respiratoria; Ed. Mosby Co., St. Louis Missouri, 1981, 600 pp.
- MANRESA Tratamiento de las enfermedades del aparato respiratorio, Ed. Daimon, Barcelona, 1980, 85 pp.

- MC Donnell Asistencia respiratoria, Ed. Salvat, Barcelona, 1980, 85 pp.
- NUN, J.F. Fisiología respiratoria aplicada; Ed. Salvat, Barcelona, 1980, 458 pp.
- PARDINAS, F. Metodología y técnicas de la investigación en ciencias sociales; Ed. Siglo XXI, México, 1976, 188 pp.
- PATTEN Embriología humana, Ed. Ateneo, Buenos Aires, 1956, 250 pp.
- RANGEL, M.L. Insuficiencia respiratoria en pediatría; Ed. La Prensa Médica Mexicana, México, 1976, 312 pp.
- Terapia intensiva en pediatría; Ed. C.E.C.S.A., México, 1983, 247 pp.
- "Valores normales de gasometría arterial", Rev. Mexicana de anesthesiología y terapia intensiva, No. 24, México, 1975, 191-194 pp.
- REYES, M.A. Apuntes de patología general; Ed. A.R.M., México, 1976, 245 pp.
- RESANO, F.P., et.al. "Valores normales de gasometría capilar en niños en la ciudad de México"; Congreso Mundial de Patología Clínica, Munich, Alemania, 1979, 150-152 pp.
- SHAPIRO, B. Aplicaciones clínicas de la terapéutica respiratoria; Ed. La Prensa Médica Mexicana, 492 pp.

SHAPIRO & Harrison

Manejo clínico de los gases sanguíneos, Ed. Panamericana, Argentina, 1979, 300 pp.

TECLA, J.A.

Teoría, métodos y técnicas en la investigación social; Ed. de Cultura popular, México, 1977, 140 pp.

WELCH, G.

Fisiopatología, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades pulmonares, Ed. Panamericana, Argentina, 1981, 567 pp.

WEST

Fisiología respiratoria; Ed. Panamericana, Argentina, 1981, 155 pp.

Fisiopatología de la respiración; Ed. Panamericana, Argentina, 1979, 140 pp.

Ventilación, perfusión e intercambio gaseoso; Ed. Panamericana, Argentina 1981, 96 pp.

ZIMENT

Farmacología y terapéutica del aparato respiratorio, Ed. Panamericana, Argentina, 1983, 549 pp.

A N E X O S

ANEXO No. 1Talleres de inhaloterapia (recursos de la terapia respiratoria)

Para su estudio y aplicación, la terapia respiratoria se ha dividido en:

a) oxigenoterapia; b) ambiente húmedo (aerosolterapia); c) fisioterapia pulmonar; d) ventiloterapia.

a. Oxigenoterapia; este procedimiento tiene como finalidad:

1. Tratar la hipoxemia
2. Disminuir el trabajo respiratorio
3. Disminuir el trabajo de la bomba cardíaca.

La oxigenoterapia suele estar indicada cuando hay deficiencia de oxígeno a nivel tisular debido a:

1. Disminución de la presión inspirada de oxígeno ( $PiO_2$ )
2. Alteración en el intercambio gaseoso a nivel alveolocapilar.
3. Alteraciones celulares en el transporte de oxígeno.

Clínicamente el paciente suele presentar los siguientes signos y síntomas.

1. Aleteo nasal, 2) tiros intercostales y subcostales, 3) retracción xifoides y del hueco supraesternal, 4) disociación toraco-abdominal y 5) cianosis ungueal, peribucal o generalizado, todos estos signos y síntomas comprenden el Síndrome de Insuficiencia Respiratoria.

Las formas de administrar el oxígeno pueden ser:

1. Sonda nasal o nasofaríngea
2. Mascarilla facial
3. Mascarilla facial con bolsa de reservorio
4. Tienda de oxígeno (croupette)
5. Tienda facial
6. Campana cefálica
7. Cánulas traqueales

1. Sonda nasal o nasofaríngea:

Equipo:

- a. Sonda nélaton del 10-12, si es para adulto y K-31, K-32 si es para preescolares y neonatos.
- b. Conector de plástico
- c. Fluómetro o rotámetro con tubo látex
- d. Tela adhesiva o micropore para fijación.

Procedimiento:

Conectar el fluómetro a la toma de oxígeno y verificar que el tubo látex esté permeable.

Previo lavado médico, tomar la sonda y medir desde el lóbulo de la oreja hasta la punta de la nariz.

Lubricar la sonda e introducirla suavemente por una de las na rinas, hasta la zona medida.

Fijar la sonda a la punta de la nariz, emplear la técnica de fijación que más se facilite.

Conectar la sonda al tubo látex que proviene del rotámetro.

Seleccionar la fracción inspirada de oxígeno ( $FI_{O_2}$ ), de acuerdo al estado del paciente.

#### Ventajas:

- a. Bajo costo
- b. Fácil de manipular
- c. No hay retención de  $CO_2$

#### Desventajas:

- a. Varía con la ventilación del paciente
- b. Flujos mal tolerados
- c. Se puede provocar irritación y necrosis para compresión dependiendo del tiempo de exposición.

#### Precauciones:

- a. Que el calibre de la sonda no exceda del  $1/3$  del de las vías aéreas.

- b. Que el recipiente del fluómetro siempre tenga agua
- c. Alternar las orificios nasales cada 8-12 horas.

## 2. Mascarilla facial:

### Equipo:

- a. Mascarilla facial (tamaño de acuerdo a la edad)
- b. Nebulizador o fluómetro con sus respectivos tubos de conexión.

### Procedimiento:

Similar al número uno del método anterior

Ajustar la mascarilla a la cara del paciente, fijándola con las cintillas laterales.

Seleccionar la  $FiO_2$  de acuerdo al estado del paciente.

### Desventajas:

- a. Costo más elevado
- b. Difícil de sujetar
- c. Puede provocar irritación de la piel facial

### Ventajas:

- a. Fácil de manipular
- b. Cómodo
- c. No hay retención de  $CO_2$

**Precauciones:**

- a. Vigilar el nivel de agua del nebulizador y procurar que funcione.
  - b. Evitar que los orificios que están destinados para la espiración del paciente se obstruyan.
3. Mascarilla con bolsa de reservorio:

**Equipo:**

- a. Mascarilla (tamaño de acuerdo a la edad del paciente)
- b. Bolsa de reservorio
- c. Fluómetro con tubo látex

**Procedimiento:**

Similar a los anteriores

Conectar, mediante un tubo en "T" el látex a la bolsa de reservorio y ésta a la mascarilla.

Sujetar la mascarilla a la cabeza del paciente.

Seleccionar la  $FiO_2$  de acuerdo al estado del paciente.

**Ventajas:**

- a. Se manejan altas concentraciones de oxígeno.

**Precauciones:**

- a. Vigilar el nivel de agua del nebulizador y procurar que funcione.
  - b. Evitar que los orificios que están destinados para la espiración del paciente se obstruyan.
3. Mascarilla con bolsa de reservorio:

**Equipo:**

- a. Mascarilla (tamaño de acuerdo a la edad del paciente)
- b. Bolsa de reservorio
- c. Fluómetro con tubo látex

**Procedimiento:**

Similar a los anteriores

Conectar, mediante un tubo en "T" el látex a la bolsa de reservorio y ésta a la mascarilla.

Sujetar la mascarilla a la cabeza del paciente.

Seleccionar la  $FiO_2$  de acuerdo al estado del paciente.

**Ventajas:**

- a. Se manejan altas concentraciones de oxígeno.

**Desventajas:**

- a. Alto costo
- b. Dificil de administrar nebulización
- c. Dificil de sujetar

**Precauciones:**

- a. Similares a las anteriores.

**4. Tienda facial:****Equipo:**

- a. Tienda facial
- b. Nebulizador con tubo de conexión.

**Procedimiento:**

Similar a los anteriores

Conectar el tubo a la tienda facial y al nebulizador

Sujetar la tienda facial a la cara del paciente.

**Ventajas:**

- a. Cómodo
- b. Nebulización continua

**Desventajas:**

- a. Concentraciones de oxígeno variables
- b. Alto costo
- c. Dificil de sujetar

**Precauciones:**

- a. Evitar que el tubo se obstruya con agua procedente del nebulizador.
- b. Vigilar que el nivel de agua sea adecuado.

**5. Tienda de oxígeno (croupette)****Equipo:**

- a. Tienda para croupette
- b. Marco metálico (para sujetar la tienda)
- c. Frascos (para el agua)
- d. Filtros de nebulización de croupette con su capilar
- e. Ligas o cintillas para sujetar la tienda
- f. Tubos de conducción de nebulización

**Procedimiento:**

Colocar el marco metálico a la cabecera de la cama.

Conectar las mangueras del marco metálico a las tomas de oxígeno y aire.

Colocar el filtro de nebulización en su sitio correspondiente.

Colocar los recipientes de agua a las roscas del marco metálico.

Colocar la tienda a las ramas del marco metálico, fijándola con las cintillas o ligas.

Verificar que haya nebulización

Seleccionar la  $FiO_2$ .

**Ventajas:**

- a. Cómodo para el paciente
- b. Nebulización continua

**Desventajas:**

- a. Caro
- b. Se aísla al paciente
- c. Dificulta su manejo
- d. Díficil armado y colocación
- e. Favorece la proliferación de hongos

**Precauciones:**

1. Sujetar fuertemente el marco metálico a la cabecera del paciente.
2. Vigilar que el nivel de agua sea adecuado
3. Verificar que exista nebulización
4. Verificar la  $FiO_2$
5. Procurar que el tubo conductor esté conectado a la tienda
6. Evitar que la nebulización sea muy densa.

6. Campana cefálica:

Equipo:

- a. Campana cefálica (seleccionada de acuerdo al tamaño del paciente.
- b. Nebulizador o fluómetro con sus respectivos tubos.

Procedimiento:

Similar a los anteriores

Conectar el tubo conductor a la campana

Colocar la campana a la cabeza del paciente

Seleccionar la  $FiO_2$

Ventajas:

- a. Proporciona  $FiO_2$  alto
- b. Nebulización continua

Desventajas:

- a. Caro
- b. Incómodo para el paciente
- c. Difícilmente el paciente consciente la acepta

Precauciones:

- a. Seleccionar el tamaño de la campana cefálica

- b. Evitar que las orillas de la campana cefálica lesionen la piel del paciente.
- c. Verificar el nivel de agua del recipiente.
7. Cánulas traqueales: (ver adelante ventiloterapia).

TABLA COMPARATIVA DE  $FiO_2$  QUE OFRECEN LOS  
DIVERSOS METODOS DE OXIGENOTERAPIA

METODO	FLUJO (litros/min)	$FiO_2$
CATETER NASAL	2	25%
	4	30%
	6	40%
MASCARILLA FACIAL	5 - 6	40%
	6 - 7	50%
	7 - 8	60%
MASCARILLA CON RESERVORIO	6	60%
	7	70%
	8	80%
	9	90%
	10	99%

METODO	FLUJO (litros/min)	FiO <sub>2</sub>
TIENDA FACIAL	4	35%
	6	50%
TIENDA GROUPEPTE	10	30 - 40%
	15	40 - 45%
CAMPANA CEFALICA	8	80 - 90%
CANULA TRAQUEAL	15	21 - 99%

Tomado de: Barry, Shapiro; Aplicaciones clínica de la terapéutica respiratoria, p. 146.

b. Ambiente húmedo (aerosolterapia).

La cantidad máxima de humedad que puede contener un volumen de aire a determinada temperatura, es denominada punto máximo de saturación. Cuando este límite es sobrepasado, el agua se precipita en forma de lluvia o niebla.

La cantidad de humedad que puede contener un gas depende en parte de la temperatura ambiental, a mayor temperatura mayor humedad y viceversa.

El aire ambiente tiene normalmente un déficit de humedad, a una

temperatura de 21°C la humedad relativa de vapor de agua es de 40-60%, cuando un sujeto inspira en estas condiciones, el aire se calienta a 37°C, la temperatura se eleva de 21 a 37°C en el gas inspirado adquiriendo un nuevo déficit, a menos que el gas sea saturado al 100% de humedad y calentado a 37°C antes de ser inspirado.

Normalmente el calentamiento y la saturación del gas inspirado se realiza en la capa mucosa, en la espiración esta capa recupera parte del calor y del agua perdidos durante la inspiración.

Cuando existen procesos inflamatorios en vías respiratorias, éstas se cubren de secreciones espesas que bloquean la actividad ciliar y dificultan el mecanismo de la tos, siendo difícil su eliminación.

Si el déficit de humedad del gas inspirado es grande, la transferencia de agua desde la capa mucosa produce mayor espesamiento de secreciones, lo que conduce a la formación de verdaderos tapones de moco.

La congestión de la submucosa, la hipertermia y la ventilación prolongada exacerban este problema, ya que calientan el gas inspirado a más de lo normal, exigiendo con ello mayor agregado de agua proveniente de la capa mucosa para lograr saturarlo al 100%.

En las infecciones de vías respiratorias altas, la mucosa de las narinas se bloquea a menudo por el edema resultante, las secreciones contribuyen al igual que el déficit de humedad. La boca y la orofaringe no pueden aportar suficiente humedad para corregir este déficit. Lo mismo sucede con el paciente traqueostomizado o intubado la tráquea y los bronquios tienen que cumplir las funciones de las narinas.

La cantidad de calor y agua perdidos depende en gran parte de las características del medio ambiente.

En condiciones ambientales habituales, a 21°C de temperatura, y a una saturación del 40-60% de humedad hay una pérdida aproximada de agua de 300-400 ml., en 24 horas. Ahora bien, si trasladáramos esto a un paciente intubado o traqueostomizado, existe una pérdida de 10-30 ml., de agua por hora, es decir, que en 24 horas puede haber una pérdida de agua de hasta 700 ml.

El manejo del paciente en estas condiciones depende en parte de las medidas que se apliquen para suplir los mecanismos de humedad y temperatura naturales, acondicionando para ello el aire inspirado.

Una de las medidas con las que cuenta la terapia respiratoria para este tipo de pacientes, lo constituye la terapia humedecedora, la

que para su estudio y aplicación se divide en:

**Humidificación:** que es la presencia de agua molecular en la atmósfera.

**Vaporización:** cambio físico de la materia (de líquido a gaseoso).

**Nebulización:** también conocido como niebla o aerosol, es la presencia de agua particularizada en la atmósfera; es una mezcla de micelas de agua con micelas de aire.

**Humidificadores:** están diseñados para aportar humedad a los gases que pasan por ellos. El agua del recipiente cede calor a los gases aumentando el vapor de agua de los mismos, precipitándose al llegar a la mucosa del paciente, entre ellos existen:

**Humidificador de burbujas:** divide las partículas de gas en pequeñas burbujas haciéndolas entrar en contacto con el agua, facilitando la evaporación, ejemplo: barboteador, rotámetro o fluómetro).

**Humidificador de cascada:** este aparato hace pasar el aire en pequeñas burbujas que entran al recipiente en forma de cascada, aumentando la temperatura, gracias al agua calentada con el termo ajustable. La temperatura de la humedad confiere

hasta un 100% de saturación cuando llega al paciente.

#### Nebulizadores:

De chorro, con efecto Ventury: basados en el efecto de Bernoulli son aquellos donde un capilar reduce su calibre hacia un extremo, por el que pasa gas a presión teniendo de manera adyacente otro capilar inmerso en agua. La presión del aire arrastra el agua gracias al efecto de vacío que se origina en los dos extremos de los capilares, haciéndola chocar contra una pendiente o arete particularizando el agua. Entre ellos tenemos:

Nebulizador Bennett

Bird 500

Ohio in line.

Todos ellos con un tamaño de partículas de 10-30 micras, recomendados para padecimientos de vías respiratorias altas y bronquios mayores.

De barril de la marca Bird.

Con un tamaño de partícula de 1-7 micras (1), recomendado para nebulizar medicamentos.

## Croupette

Con un tamaño de partícula de hasta 100 micras para vías respiratorias altas únicamente.

### Nebulizadores de disco:

A últimas fechas se han utilizado otro tipo de generadores de nebulización, diferentes al de efecto Ventury, los de ultrasonido utilizando ondas sonoras de ultrafrecuencia. Un generador transmite ondas sinusoidales al amplificador y de éste al dispositivo de dispersión sobre el que está colocado el recipiente con la solución a nebulizar. De esta manera las ondas sinusoidales se transmiten hasta la superficie del líquido formando niebla que es arrastrada por aire generado por un ventilador. Sus partículas son demasiado finas, aún más que las generadas por efecto Ventury, su uso se recomienda sólo por unos minutos con intervalos de horas, dado el tamaño de sus partículas.

Entre los más conocidos existen:

Sharp

Monaham

De Vilbiss

Micro-inhalator (Siemens), etc.

Su tamaño de partículas varía desde 0.5-3 micras. Se recomienda para procesos pulmonares de vías respiratorias bajas (bronconeumonías, neumonías, atelectasias, etc.)

**Recursos:**

Agua

Calor

Frío

Aire

Oxígeno

**Objetivos:**

Corregir el déficit de humedad de las mucosas de las vías respiratorias.

Fluidificar las secreciones facilitando la higiene bronquial.

Facilitar la entrada de fármacos al tracto respiratorio.

Humidificar los gases inspirados.

**Ventajas de los humidificadores:**

1. Fácil de manejar
2. No produce irritación.

**Desventajas:**

1. Caro
2. Dificil usar medicamentos por este medio.

**Ventajas de los nebulizadores:**

1. Nebulización continua
2. Fácil manejo.
3. Se pueden nebulizar medicamentos

**Desventajas:**

1. Caro.

**Ventajas del nebulizador ultrasónico:**

1. Niebla regulable
2. Gran rendimiento
3.  $FiO_2$  regulable.

**Desventajas:**

1. Caro y difícil de mantener
2. Puede producir sobrehidratación
3. Puede producir hipotermia, ya que resulta difícil el uso de termos.

**Precauciones:**

1. Vigilar el nivel de agua
2. Evitar que los tubos de nebulización se obstruyan con el agua.
3. Verificar que haya nebulización.
4. Si se usa ultrasónico, será sólo por unos minutos con intervalos de varias horas.
5. Cuidado de la temperatura del agua
6. Verificar que el flujo de aire sea el necesario para producir nebulización.

**c. Fisioterapia pulmonar.**

La fisioterapia pulmonar comprende una serie de técnicas encaminadas a mantener la higiene bronquial y la ventilación pulmonar.

Su ejecución exige el conocimiento anatómico y fisiológico del aparato respiratorio, de los métodos de exploración física, así como del dominio de dichas técnicas.

El principal objetivo es el de mantener libre de secreciones las vías aéreas mediante:

1. Percusiones y vibraciones torácicas
2. Drenajes posturales
3. Aspiración de secreciones
4. Ejercicios respiratorios.

#### Percusiones y vibraciones:

Consiste en efectuar un palmoteo rítmico al tórax, se logra colocando la mano ahuecada, con los dedos juntos, golpeando el tórax del paciente (percusión), percibiendo un sonido hueco. De esta manera se transmitirán ondas sonoras hasta los bronquios, permitiendo el despegamiento de secreciones y facilitando su expectoración.

La energía con la que se percute dependerá de la edad, complejidad y daño pulmonar del paciente, de tal manera que resulte efectiva, se recomienda hacerlo anteponiendo un lienzo o una toalla para evitar dañar la piel del paciente.

La percusión no se debe dar de manera indiscriminada, sino previa auscultación de la zona afectada, mediante exploración física.

Al principio el paciente sentirá un ligero dolor o molestia que irá desapareciendo conforme transcurre el tratamiento.

Los niños suelen dormirse después de éste, ya que produce sensación de relajamiento.

Se evitará golpear zonas muy sensibles como la renal, la columna vertebral y cualquier tipo de heridas en el tórax.

#### Vibraciones:

Se logran ejerciendo ligeras presiones rítmicas a la pared torácica en la fase espiratoria. Se alternan con las percusiones, liberando las secreciones en los bronquios de mediano y grueso calibre.

Es quizá más aceptado que las percusiones y se emplea en aquellos pacientes que no toleran el método anterior.

Durante la fase espiratoria se coloca la palma de la mano contra el tórax del paciente y se ejerce presión con los músculos del antebrazo. Cuando se trate de un paciente menor se recomienda realizarlo cuando el paciente llora, colocando la palma de la mano sobre su tórax y la otra mano sobre los cuatro dedos de aquella, de tal manera que la presión se ejerza con la parte proximal de la palma de la mano sobre los cuatro dedos (similar al masaje cardíaco).

#### Indicaciones:

Cualquier patología respiratoria que curse con producción de secreciones.

Paciente que pasa largas temporadas inmóvil.

Todo paciente que es sometido a terapia con ambiente húmedo.

**Contraindicaciones:**

Hemoptisis

Tuberculosis

Cardiopatías

Derrames o adherencias pleurales

Fracturas de costillas

**Precauciones:**

Nunca después de los alimentos.

**Drenaje postural:**

Este método consiste en valerse de la fuerza de gravedad para facilitar la salida de las secreciones del tracto respiratorio.

Previa auscultación y valoración radiográfica, se selecciona la posición adecuada, para desalojar el segmento ocupado.

Es erróneo pensar que por cada segmento exista una posición determinada, más bien se agrupan por zonas y de acuerdo a estas se elige la posición adecuada. Así, tenemos que los pulmones se dividen para este fin en tres zonas, que corresponden a sus respectivos lóbulos:

## Pulmón derecho

Zona apical

Zona media

Zona basal

## Pulmón izquierdo

Zona apical

Zona media o llingula

Zona basal

De acuerdo a su localización las posturas pueden ser:

Zona apical derecha (anterior)

Fowler

Semifowler

Zona apical derecha (posterior)

Fowler modificado, disminuyendo el ángulo que existe entre el tórax y las piernas.

Zona media derecha: (lateral)

Decúbito lateral izquierdo

Zona media derecha: (anterior)

Decúbito dorsal

Zona basal derecha (anterior)

Trendelenburg, en decúbito dorsal

Zona basal derecha: (posterior)

Trendelenburg en decúbito ventral

**Zona basal derecha (lateral)**

Trendelenburg en decúbito lateral izquierdo.

Estas posiciones también son válidas para el pulmón izquierdo, colocando al paciente sobre su lado contrario.

El drenaje postural supone colocar al paciente de acuerdo a la zona afectada, a fin de que la fuerza de gravedad facilite la salida de las secreciones hacia el hilio y de ahí hasta las vías respiratorias superiores.

**Indicaciones:**

Síndrome de condensación pulmonar.

Atelectasias.

**Contraindicaciones:**

Insuficiencia respiratoria severa

Cirugía de abdomen

Cirugía de cráneo

Hipertensión intracraneal

Neonatos.

**Precauciones:**

Nunca inmediatamente después de los alimentos.

Cuidado con toda clase de: sondas, venoclisis, venodisecciones.

Evitar posiciones prolongadas.

Aspiración de secreciones:

Consiste en aplicar una fuerza de vacío (absorbente), con el fin de atraer cualquier fluido que se encuentra adherido a las paredes del tracto respiratorio.

El principal objetivo es mantener las vías respiratorias despejadas.

Para su realización se recomienda:

Conocer anatómicamente el tracto respiratorio alto.

Dominar la técnica de aspiración.

Tener el equipo mínimo necesario.

Se deben tomar en cuenta las siguientes precauciones:

El diámetro externo de la sonda de succión debe ser menor a la mitad del diámetro interno de las vías respiratorias o del tubo endotraqueal, la punta debe ser roma y blanda con orificio central y lateral.

El paso de la sonda debe ser rápido sin succión, con técnica estéril.

La aspiración dentro del tracto respiratorio debe ser en un máximo de 15-20 segundos, girando la sonda al sacarla.

Ventilar al paciente con ambú (bolsa de oxígeno), con un  $FiO_2$  del 100%.

Como el bronquio izquierdo procede de la tráquea formando un ángulo más agudo que el derecho, a menudo es difícil de aspirar esa región, por lo que se recomienda girar la cabeza del paciente hacia el lado contrario (derecho) levantándole el hombro izquierdo, de manera que la sonda pueda penetrar.

El equipo mínimo necesario, con el que se debe contar, es:

Aspirador de pared o mecánico

Sondas de succión (calibre adecuado al paciente)

Guantes estériles

Gasas

Soluciones fisiológicas

Fluómetro y bolsa de ambú con mascarilla

Jeringas (en caso de lavado bronquial)

La técnica puede variar mientras los principios no se abroguen:

Explicar el procedimiento, someramente, al familiar o al paciente.

Percutir el tórax del paciente.

Abrir la toma de oxígeno y la del aspirador.

Oxigenar al paciente con la bolsa de ambú

Lubricar la sonda e introducirla (sin succión) por una de las narinas, siguiendo el trayecto del tracto respiratorio (de abajo a arriba, de adelante a atrás y de arriba a abajo), cabalgando los huesos del piso nasal (no forzar la entrada si hay resistencia).

Conectar la sonda al aspirador y sacarla girándola.

Limpiar la sonda en la gasa antes de introducirla a la solución.

Repetir el procedimiento cuantas veces sea necesario.

Por último, aspirar la boca y desechar la sonda.

Para evitar conectar y desconectar la sonda con pérdida de tiempo, se sugiere usar un conector en "Y", colocando uno de los extremos al aspirador, otro a la sonda y el tercero se ocluye a la aspiración y se deja libre a la introducción de la sonda.

**Indicaciones:**

Niños pequeños que no pueden expectorar y neonatos.

Pacientes intubados y traqueostomizados.

Pacientes posoperados.

Pacientes en estado comatoso.

Pacientes con problemas de condensación pulmonar.

**Ejercicios respiratorios:**

Las diversas alteraciones de la respiración y en especial las consecutivas a los síndromes obstructivos se agravan y complican por la tensión psicomuscular y por el ritmo respiratorio y de los tiempos ventilatorios. Estos cambios producen una ventilación costosa favoreciendo el atrapamiento de aire.

El objetivo de estas técnicas es conseguir una respiración eficaz con el mínimo de esfuerzo, rehabilitando al máximo los músculos de la respiración.

**Ejercicios torácicos:**

Respiración torácica, colocando una mano en el pecho y la otra en el abdomen, hinchar el pecho, aplanarlo, hundirlo y bajarlo, realizarlo en:

1. Decúbito dorsal
2. Sentado
3. De rodillas
4. De pie
5. Andando.

Respiración abdominal, hinchar el vientre y espirar retrayéndolo, realizarlo como el ejercicio anterior.

Respiración abdomino-torácica, inspirar hinchando el vientre y luego el pecho, espirar desalojando el pecho y luego el vientre.

Ejercicios diafragmáticos y del transverso abdominal:

Paciente en decúbito dorsal, en apnea inspiratoria máxima, hundir y sacar el pecho, sacar el vientre fuertemente.

Misma posición, inspiración profunda, esfuerzo de espiración, glotis cerrado, sacar el aire lentamente.

Misma posición en apnea después de espiración, hundir e hinchar el vientre.

El anterior en apnea inspiratoria.

Respiración reprimida; respirar fuertemente de 3 a 5 veces con la glotis cerrada, sin dejar penetrar el aire a los pulmones.

Espiración ayudada por el terapeuta o la enfermera, presionando con sus manos el tórax del paciente.

Inspiración contra la resistencia de las manos del terapeuta.

Ejercicios de limpieza bronquial:

Paciente sentado frente a un espejo, aplicar presión sobre las costillas inferiores para favorecer la inspiración diafragmática, pedir al paciente que espire bruscamente por la boca, contrayendo los músculos abdominales.

En igual posición a la anterior, pedir al paciente que emita los siguientes sonidos con espiración brusca:

1. "¡jaj!" (contracción abdominal)
2. "¡juj!" (contracción lateroinferior del tórax)
3. "¡jonj!" (contracción de la base posterior del tórax)

Ejercicios de hemidiafragmas:

Decúbito lateral derecho, cojín bajo hemitórax, cabeza apoyada en forma que mantenga la columna en línea recta, pierna derecha semiflexionada.

Terapeuta o enfermera bloqueando el hemitórax izquierdo con el brazo derecho, mientras que con el izquierdo hace oposición al diafrag-

ma sobre las costillas falsas.

Espiración por la boca por contracción abdominal, luego inspiración prolongada por la nariz, contrayendo el diafragma derecho con presión de la mano del terapeuta o la enfermera.

Repetir el ejercicio en el tórax contrario.

Ejercicios abdomino-respiratorios: (para niños pequeños)

Ejercicios concretos:

1. Soplar a una vela
2. Apagarla
3. Soplar sólo para curvar la llama sin apagarla.
4. Hacer rodar una pelota de ping-pong, sobre la mesa.
5. Soplar un instrumento musical (flauta o trompeta).
6. Inflar globos.
7. Hacer burbujas de agua.
8. Hacer pombas de jabón.

Ejercicios espiroscópicos:

Este aparato se compone de un frasco graduado, lleno hasta los  $\frac{3}{4}$  de su capacidad, en ésta se sumerge un tubo por cuyo extremo surgirán las burbujas de agua, siendo regulable su altura de acuerdo a

la resistencia descada, su extremo distal posee una boquilla para soplar.

Se pide al paciente que inspire profundo y sople lentamente para producir burbujas pequeñas, sosteniendo la espiración lo más que pueda.

Se repite el ejercicio, ahora produciendo burbujas grandes, soplando rápidamente.

Si se invierte la conexión, se puede inspirar contra resistencia (incentivo).

#### Espiroscopio de Plent:

Se compone de dos frascos de vidrio graduados unidos por un sistema tubular, uno de los frascos se llena de agua coloreada.

El ejercicio se denomina tono muscular, consiste en traspasar por presión espiratoria el líquido de un frasco a otro. Se puede invertir la conexión para respirar contra resistencia.

#### Espirometría incentiva:

Proporciona una meta para esfuerzo inspiratorio máximo.

Emplea una luz cuando se ha alcanzado un volumen periódico preestablecido y permanece encendido con la inspiración continuada.

Requiere de mayor cooperación del paciente.

Ejemplos de ellos:

1. Triflo
2. Spirocare

d. Ventiloterapia.

Cuando el individuo es incapaz de mantener los mínimos requerimientos de ventilación, es necesario suplir ésta con un ventilador (respirador), que le proporcione oxígeno, presión y volumen de gas adecuado. Para ello los avances de la época han dado al mundo de la medicina dos recursos invaluable, como lo son los ventiladores mecánicos y los manuales.

Entre los ventiladores manuales contamos con el ambú o bolsa, que consiste en un codo de Husted para adaptar mascarillas o cánula endotraqueal, válvula de alivio para evitar que la bolsa se llene exageradamente, entrada para oxígeno y su bolsa de reservorio de oxígeno. Algunos cuentan con cola o "gusano" que sirve a la vez de reservorio para dar grandes cantidades (concentraciones) de oxígeno.

Se encuentran indicados en la reanimación cardiorrespiratoria, durante el paro, o durante la reanimación del recién nacido.

Es de lo más práctico y durable, se puede utilizar en cualquier emergencia, inclusive al comienzo de la ventilación mecánica. Eficaz recurso en el traslado de pacientes graves, cuando no se cuenta con ventilador mecánico portátil y útil ayuda durante la aspiración de secreciones y/o lavado bronquial.

Cuando se domina el uso del ambú, fácilmente se podrán reconocer las resistencias pulmonares y en un momento dado ayuda a seleccionar los parámetros de ventilación mecánica (frecuencia respiratoria,  $FiO_2$  y presión), que se han de ajustar al panel del ventilador.

Los ventiladores mecánicos son quizá el resultado de la ardua lucha por mantener al enfermo con vida de la manera más fisiológica y menos agresiva posible, ya Paracelso, Vesalio y muchos otros lo buscaban en el pasado.

Existen tres grandes clasificaciones:

- a. Ventiladores de presión
- b. Ventiladores de volumen
- c. Ventiladores de tiempo

Los ventiladores de presión fueron los primeros que se usaron a principios del siglo XX. Entregan una presión constante y un vo-

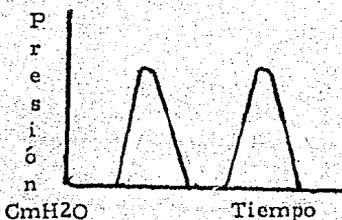
lumen de aire variable y ofrecen una fracción inspirada de oxígeno entre 40, 60 y 100%. Este tipo de ventiladores cuenta con los dispositivos de:

- a. Presión.
- b. Mezclador de oxígeno/aire.
- c. Velocidad de flujo.
- d. Frecuencia respiratoria (control de apnea)
- e. Sensibilidad.
- f. Entrada para suministro de gas.
- g. Control manual de ciclos (inspiración/espriación).

Existen otros que poseen presión subatmosférica, que muy al principio se utilizó para favorecer la espiración, con tan malos resultados (colapso alveolar), que en la actualidad sólo se utiliza como flujo adicional para restar espacio muerto mecánico.

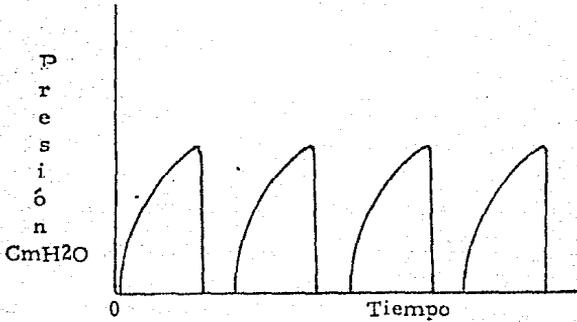
Las modalidades de presión que brindan estos ventiladores son:

- a. Presión positiva: (Pp)

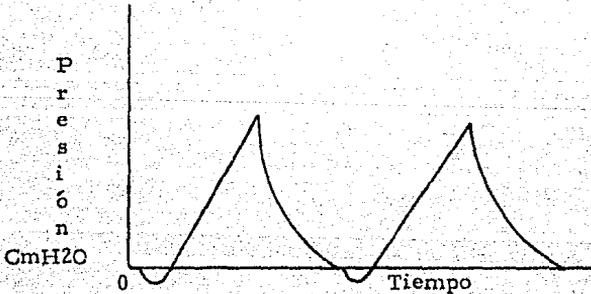


Los tipos o modalidades de ventilación que ofrecen son:

- a. **Controlada:** El ventilador maneja por completo la frecuencia respiratoria del paciente.

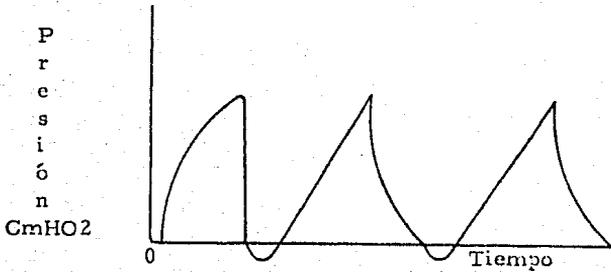


- b. **Asistida:** Es necesario que el paciente inicie el ciclo respiratorio, mediante un esfuerzo inspiratorio sub-atmosférico, que sirva de señal al ventilador haciendo que éste continúe el ciclo.



- c. **Asisto/controlada:** es la combinación de las dos anteriores, valiosa cuando se trata de que el paciente realice el esfuerzo inspiratorio pero sin llegar a la fa-

tiga, mandando algunos ciclos previamente ajus  
tados.



Muy importante es saber que todo ventilador que cuente con dispositivo de sensibilidad podrá dar ventilación asistida o asisto/controlada. Esto es: a mayor sensibilidad, menor esfuerzo inspiratorio y a menor sensibilidad mayor esfuerzo del paciente.

La fuente principal de funcionamiento para este tipo de ventiladores, es gas comprimido.

Entre los ventiladores de presión contamos con:

Mark VII y VIII, de la marca Bird

PR-I y PR-II, de la marca Bennet.

Los ventiladores de volumen sucedieron a los de presión, porque el volumen que ofrecían era variable y por lo tanto desconocido, es así como los ventiladores de volumen revolucionario la ventiloterapia, ofreciendo al paciente un volumen de aire constante y conocido

y una presión variable, dependiente de las resistencias pulmonares y el volumen a manejar.

El volumen se calcula de acuerdo a la edad y peso del paciente, recién nacidos prematuros 5 ml./Kg., menores de 10 Kg., 6-8 ml/Kg., y mayores de 10 Kg. (incluyendo adultos) 10-15 ml/Kg., para determinar el volumen corriente.

Estos ventiladores cuentan con los siguientes dispositivos:

- a. Control de volumen.
- b. Control de velocidad de flujo.
- c. Control de presión.
- d. Blender (mezclador oxígeno/aire).
- e. Frecuencia respiratoria.
- f. Control de sensibilidad.
- g. Control de modalidades de presión (presión positiva, PEEP y CP-AP).
- h. Control de modalidades de ventilación (controlada, espontánea, asistida, IMV, algunos SIMV).
- i. Fuente de energía (gas comprimido y eléctrica).

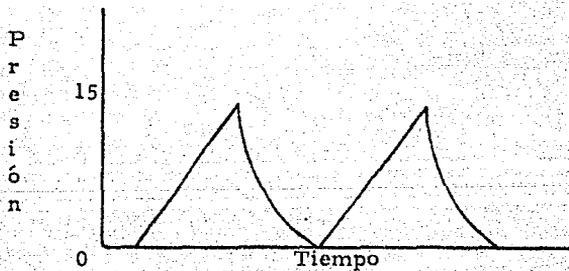
Otros proporcionan hiperpresiones (suspiros) pudiendo proporcionar desde 1 hasta 15 por hora, también los hay que cuentan con dispo-

sitivo de meseta inspiratoria (efecto hold, pausa inspiratoria, plateau). Para mantener por más tiempo distendidos los pulmones.

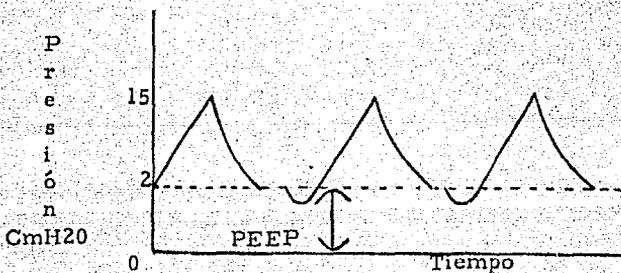
El PEEP o presión positiva al final de la espiración, sirve para mantener una presión superior a la atmosférica de manera constante en las vías aéreas, distendiendo los alveolos de manera permanente; facilita la difusión  $O_2 - CO_2$  y aumenta la capacidad residual funcional (CRF).

Las modalidades de presión que pueden ofrecer son:

a. Presión positiva (Pp)

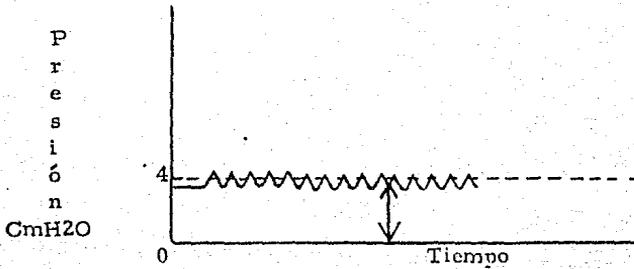


b. PEEP



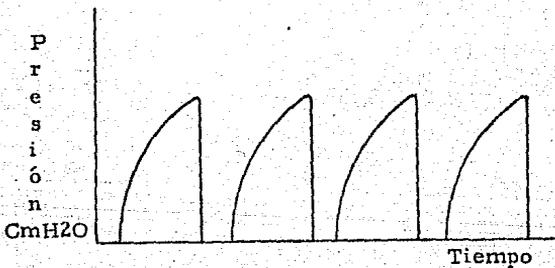
Si cuenta con dispositivo de flujo continuo podrá ofrecer:

- c. CPAP (presión positiva continua en vías aéreas), respiración espontánea sin ciclos de la máquina.

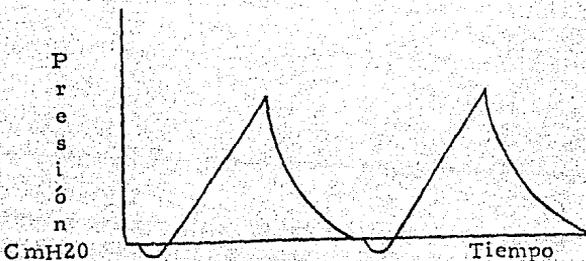


Las modalidades de ventilación que ofrecen son:

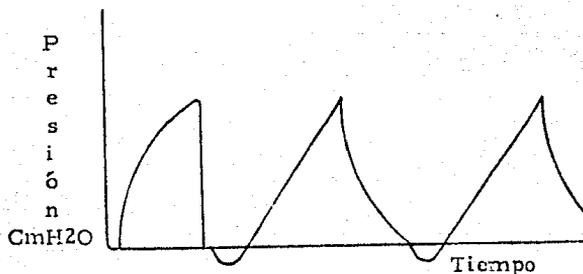
- a. Ventilación controlada.



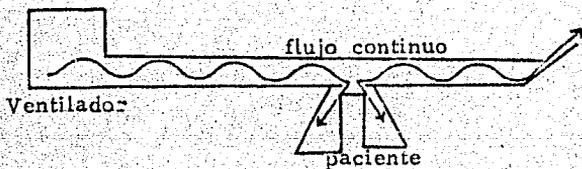
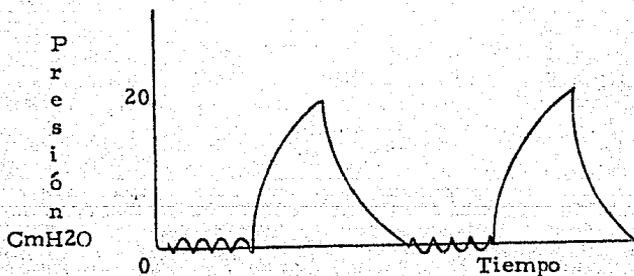
- b. Ventilación asistida:



c. Asisto/controlada:



d. IMV (ventilación mandatoria intermitente), sólo se logra si el ventilador cuenta con flujo continuo. Y es el resultado de la suma de la ventilación espontánea con la controlada (no confundirla con la asisto/controlada), evitando el esfuerzo inspiratorio extremo en el paciente, gracias al flujo continuo.



El flujo pasa por todo el circuito y el paciente toma lo que requiere y en el momento que lo requiera sin el mayor esfuerzo.

La IMV vino a sustituir a la ventilación asisto/controlada, para el caso del neonato y niños pequeños que no logran con mínimo esfuerzo estimular a la máquina para que ésta continúe el ciclo.

Entre los ventiladores de volumen más conocidos están:

MA-I y II, de la marca Bennet.

Servo, de la marca Siemens.

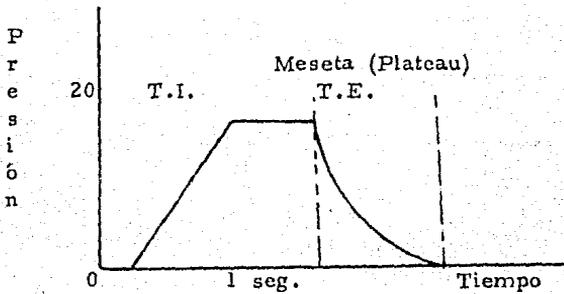
CCV-II

7 200 de Bennett, primero en su tipo que ventila a pacientes de más de 10 kg. de peso.

Todos estos ventiladores cuentan con una serie de alarmas que indican fallas en la fuente de energía (gas, eléctrica), fallas del circuito (fugas, acodamiento), y fugas en la cánula del paciente, por medio de focos colocados en el panel del ventilador y por alarmas audibles.

Los ventiladores de tiempo surgen por la necesidad de mantener los requerimientos del niño, cosa que los anteriores ventiladores muy difícilmente ofrecían. Este tipo de ventiladores tiene integrado un mecanismo de flujo continuo que favorece la ventilación

espontanea del paciente sin mayor esfuerzo que el de respirar únicamente. Son de tiempo porque ciclan por tiempo limitado, por presión, es decir, si limitamos la presión en 20 cm H<sub>2</sub>O y un tiempo inspiratorio de 1 segundo, la curva de la fase inspiratoria podrá alcanzar la presión prefijada en menos tiempo, sin embargo, el resto del tiempo que falte para 1 segundo lo cumple formando una meseta en la presión establecida y al finalizar este tiempo, se inicia la fase espiratoria, ejemplo:



En época reciente se ha hecho necesario conocer la relación inspiración/espiración (I:E) que maneja el ventilador al que es conectado el paciente, fisiológicamente, el paciente pediátrico tiene una relación I:E de 1:1 o de 1:1.5, que comprende todo el tiempo que se requiere para el ciclo respiratorio, un tiempo para la fase inspiratoria necesitará de 0.8 segundos y la fase espiratoria de 1.2 segundos, para cubrir la relación prefijada.

Este tipo de ventiladores cuenta con dispositivos de:

- a. Presión
- b. Flujo.
- c. Tiempo inspiratorio y tiempo espiratorio.
- d. Nebulización.
- e. Blender.
- f. Modalidades de ventilación.
- g. Modalidades de presión (PEEP, CPAP).
- h. Alarmas de:

Disminución de presión de abastecimiento.

Límite de tiempo inspiratorio.

Límite de presión.

Falla de energía eléctrica de abastecimiento (si la utiliza).

Estos ventiladores necesitan para su abastecimiento gas comprimido (O<sub>2</sub>-aire) a una presión de 45-55 libras por pulgada cuadrada.

Las modalidades de presión que ofrecen son:

- a. Presión positiva.
- b. Presión negativa (subatmosférica) para restar espacio muerto mecánico.
- c. PEEP.

d. CPAP.

Las modalidades de ventilación que ofrecen son:

- a. Controlada.
- b. Espontánea.
- c. IMV.

Frecuentemente se utilizan en niños de 0.900 Kg., hasta 8 Kg., máximo 10 Kg., porque el volumen corriente que ofrecen están limitados a estos rangos.

Entre los más conocidos están:

- a. Baby bird, marca Bird.
- b. BP-200, marca Bourns.
- c. BP-2001, marca Bourns.
- d. MVP-10, marca Bourns.

Cuando el uso del ventilador mecánico es necesario, se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- a. Tipo de paciente (edad, peso).
- b. Estado clínico.

Con la finalidad de seleccionar el ventilador adecuado y prefijar los parámetros requeridos.

Una vez que se ha llevado el ventilador al área que se requiere, debemos:

- a. Colocar agua al recipiente del humidificador, cascada o nebulizador.
- b. Conectar los reguladores al aire y al oxígeno, abriendo las tomas hasta la presión de 45-55 libras por pulgada cuadrada.
- c. Enchufar las conexiones eléctricas.
- d. Ajustar un flujo de 15 lit./min. (si es Baby Bird).
- e. Ajustar la  $FiO_2$ , de acuerdo al estado clínico del paciente.
- f. Prefijar la frecuencia respiratoria.
- g. Prefijar la presión media, ajustándola según las necesidades del paciente.

Los cambios en los parámetros se harán según:

- a. Estado clínico del paciente.
- b. Datos radiológicos.
- c. Datos gasométricos.

Precauciones:

- a. Verificar que las presiones de abastecimiento de gas sean las adecuadas.

- b. Que no haya obstrucción en el circuito (generalmente por agua).
- c. Que no haya acodamientos en el circuito.
- d. Que no existan fugas.
- e. Que el circuito no jale la cánula del paciente (peligro de extubación).
- f. Que el agua del humidificador esté a buen nivel.
- g. Evitar la extubación accidental al realizar el lavado bronquial.
- h. Tomar frecuentemente la frecuencia respiratoria del paciente y la del ventilador, verificando que no se establezca lucha entre ambos.
- i. Tomar la presión venosa central (PVC) con y sin el ventilador (la presión positiva tiende a elevarla).
- j. Registrar frecuentemente los parámetros de ventilación.

Maniobras a realizar si se detecta alguna falla:

- a. Desconectar el ventilador de la cánula del paciente.
- b. Iniciar la ventilación manual con el ambú (FiO<sub>2</sub> adecuado).
- c. El técnico verificará el funcionamiento adecuado del ventilador, restableciendo éste.
- d. Una vez logrado lo anterior, conectar la cánula del paciente al ventilador, restableciendo la ventilación mecánica.

Si el ventilador no es el causante del problema:

- a. Auscultar la ventilación pulmonar del paciente.
- b. Aspirar secreciones y/o lavado bronquial al paciente.
- c. Si es necesario, extubar y reintubar nuevamente.
- d. Ventilarlo manualmente y ajustar los parámetros del ventilador.

Farmacología en la inhaloterapia:

Generalmente la capacidad para el metabolismo medicamentoso, al principio del período neonatal es inferior a la existente en lactantes y niños preescolares. Sin embargo, se ha comprobado que los niveles enzimáticos del sistema metabolizante de fármacos de los microsomas del hígado son comparables a los del adulto.

En base a ésto, los niveles de medicamentos administrados al niño deben manejarse con mucha cautela.

El tratamiento va encaminado a tratar los siguientes procesos:

- a. Broncoespasmo, (alérgico, infeccioso).
- b. Edema, (infeccioso, postraumático por cuerpos extraños).
- c. Secreciones (viscosas, hiperproducción).

## d. Infección.

## Administradas por tres vías:

- a. Vía aérea
- b. Vía parenteral
- c. Vía rectal.

- Vía aérea:
- a. Útil para administrar medicamentos tópicos.
  - b. El micronebulizador de barril particuliza el fármaco de 1 hasta 3 micras.
  - c. Un flujo turbulento puede administrar medicamentos en zonas más próximas.

- Vía parenteral:
- a. Efecto rápido por vía I.V.
  - b. Dosificación exacta del fármaco.

- Vía rectal:
- a. Efecto casi exclusivamente para la aminofilina.
  - b. La absorción es irregular.

## Drogas broncodilatadoras:

- Isoprenalina (Isuprel)
- a. Potente broncodilatador.
  - b. Vía I.V. 0.1 mcg/kg/min., dosis máxima 1 mcg/kg/minuto.
  - c. Puede producir arritmia ventricular.

**Adrenalina**

- a. Menos potente que el Isuprel
- b. Menos incidencia de efectos no deseados.
- c. Vía subcutánea.
- d. Aerosol: .1-.5 ml en 5 ml. de diluyente.

**Aminofilina (purofilina)**

- a. Broncodilatador efectivo.
- b. Puede administrarse por vía parenteral I.V. a 5 mg/kg/hora, después 1 mg/kg/hora.
- c. Rectal 5 mg/kg/hora, cada 12 horas.

**Efectos no deseados:**

- a. Polipnea y taquipnea
- b. Taquicardia e hipertensión arterial
- c. Convulsiones
- d. Arritmia
- e. Hipersecreción de ácido clorhídrico
- f. Vómitos
- g. Sed
- h. Deshidratación
- i. Dosis tóxica: muerte.

Estimulantes B<sub>2</sub> receptores.

(Metaproterenol, Isoetarine):

- a. Relajante de la musculatura lisa bronquial.
- b. Por aerosol o tabletas.
- c. La vía por aerosol es rápida y de larga duración.
- d. Efectos conocidos en los niños.

Drogas vasoconstrictoras:

Fenilefrina (Neosinefrina):

- a. Alivio temporal de la congestión nasal y de vías respiratorias altas.
- b. Indicada en rinitis, fiebre del heno y laringo-traqueítis.
- c. Indicada en epistaxis posoperatoria.
- d. Dosis de 1-3 gotas en cada narina cada 3-4 horas.
- e. Reacciones secundarias: insomnio, palpitaciones, "rebote" (congestionamiento nasal).

Adrenalina racémica: (Vaponefrin)

- a. Eficaz para reducir el edema.
- b. Más eficaz en el croup traumático.

- c. En el croup, por aerosol, de 0.1-0.5 ml. en 5 ml. de diluyente de 1-4 horas, dependiendo de la gravedad.

**Drogas fluidificantes:**

- Solución salina al 0.45%
- Acetil cisteína (mucomist).
- Dornasa pancreática.
  - a. Eficaces en hiperproducción de secreciones.
  - b. Asociados a un broncodilatador se obtienen mejores resultados.
  - c. Por vía aérea.
  - d. El calor disminuye su efecto.
  - e. Solución salina, más eficaz en niños.

**Drogas antiespumantes:**

- Alcohol
  - Vodka
    - a. Eficaces en edema pulmonar (RPPI)
    - b. Disminuyen la tensión superficial del alveolo.
    - c. Vía aérea.
    - d. Dosis: 0.1-0.3 ml. en 3 ml. de diluyente.
-

VALORACION Y TRATAMIENTO:

## Métodos de diagnóstico. Valoración cardiopulmonar.

El diagnóstico oportuno y el tratamiento temprano dependen de la valoración que se haga del aparato cardiovascular y pulmonar; la mayoría de las veces el padecimiento respiratorio pasa desapercibido, llegando el paciente al ámbito hospitalario en estadios más severos.

El principio de la valoración clínica es la exploración física del tórax, que contempla:

- a. Inspección
- b. Palpación
- c. Percusión
- d. Auscultación.

Inspección: consiste en observar el tórax del paciente en su forma,

volumen, movimiento respiratorios y estado de la piel.

El tórax normal es de forma de cono truncado hacia el vértice, y más amplio hacia la base, su perímetro es de forma elipsoidal, ligeramente más prominente hacia el tercio superior del esternón.

La alteración que puede sufrir durante la enfermedad obstructiva crónica (EPOC), es la de exagerar todos sus diámetros, sobre todo el anteroposterior, dando una imagen de sobredistensión que es corroborada a los rayos X, con redondeamiento hacia los hombros, asumiendo la forma de un "tonel", dada por el atrapamiento de aire y la consiguiente sobredistensión.

La observación de los movimientos respiratorios se debe hacer cuidadosamente tomando en cuenta: frecuencia, ritmo e intensidad, así como simetría.

La frecuencia varía según la edad, talla y complejión del paciente, el ritmo depende del tiempo inspiratorio en relación al tiempo espiratorio (rel. I:E), la intensidad es proporcional a la profundidad de la respiración y la simetría a la expansión simultánea de ambos hemitórax.

Cuando estos factores se alteran se dice que existe insuficiencia respiratoria, caracterizada por aleteo nasal, politiraje (intercostal y subcostal), retracción (xifoidea, supraclavicular), disnea, polipnea,

disociación toraco-abdominal y cianosis.

Cuando observamos que la amplitud de los movimientos respiratorios es simétrica en ambos hemitórax, podemos pensar en un proceso de condensación pulmonar (neumonías, atelectasias, etc.) que ocupan las unidades que normalmente debieran ser ocupadas por el aire, por lo que la mayor parte de la ventilación hace en aquellas zonas no invadidas, compensando a estas últimas.

El estado de la piel, específicamente coloración, heridas quirúrgicas o cualquier traumatismo sobre el tórax, es de suma importancia, pues puede ayudar al diagnóstico. La palidez o la cianosis habla de la perfusión o de la hipoxia tisular en esa zona y el último de los casos de la temperatura corporal.

Palpación: determina la temperatura de la piel, textura, y corrobora la profundidad de las respiraciones y la simetría pulmonar durante éstas.

Se deben colocar las manos en toda la superficie que abarca el tórax a fin de detectar el vibrar inspiratorio (a veces imperceptible).

Las maniobras de amplexión y amplexación nos permiten determinar el grado de distensibilidad y elasticidad torácica y verificar la simetría en cada ciclo respiratorio.

Se sugiere colocar las manos en el tórax sin presionario, para evitar contraponer una resistencia a la fase inspiratoria del paciente, alterando su mecánica ventilatoria.

**Percusión:** esta maniobra se logra colocando la palma de la mano sobre el tórax, golpeando la porción distal de los dedos con el dedo medio de la otra mano.

Los sonidos que se pueden percibir son: matidez, sonido seco en zonas densas y timpánico: sonido hueco, en zonas ocupadas por aire.

En el tórax, hablar de timpanismo como parte de un hallazgo clínico, resulta de poca utilidad, dado que aloja aire, pero en algunas patologías pudiera verse aumentada, por lo que muy a menudo se le conoce como hiperresonancia, algunos casos son: asma, enfisema, bronquitis, etc., que cursan con sobredistensión.

La matidez corresponde a enfermedades de tipo restrictivo.

**Auscultación:** es la percepción de ruidos por medio del estetoscopio.

En el tórax podemos valorar ruidos cardíacos y ruidos respiratorios, estos últimos se pueden clasificar en normales y anormales.

**Normales:**

- a. Murmullo ventilatorio: entrada y salida de aire libremente.
- b. Soplo laríngeo: paso del aire a través de la laringe.

- b. **Transmitidos:** cuando un sonido originado en una zona, se transmite a otra con la misma intensidad.
- c. **Rudeza respiratoria:** sonido característico del paso forzado del aire a través de las vías respiratorias altas.
- d. **Estridor laríngeo:** sonido roncante de mediana intensidad.
- e. **Sibilancias:** producido por zonas de broncoespasmo y/o edema, sonido silbante que puede ser escuchado a distancia (asma bronquial).

Se puede, asimismo, detectar zonas de hipoventilación y su localización, inclusive monitorizar frecuencia cardíaca cuando se dan tratamientos con drogas broncodilatadoras.

La exploración física constituye el primer paso para la detección de afecciones cardiopulmonares y permite valorar la eficacia de la terapéutica respiratoria.

**Laboratorio y gabinete:**

**Gasometría;** específicamente, es el examen que más reporta el estado ventilatorio del paciente, su oxemia, su estado metabólico, ya en capítulos anteriores se ha hecho referencia a él, en esta ocasión se menciona como método de monitoreo de la terapia respiratoria, permitiendo valorar su eficacia o realizar los cambios necesarios.

Rayos X: importante recurso cuando se trata de valorar el estado de la caja torácica en su estructura (forma e integridad) y tener una imagen del aspecto ventilatorio.

Los Rayos X del tórax, obtenidos inmediatamente después del nacimiento, puede mostrar congestión vascular transitoria, densidades pulmonares, probablemente secundaria al líquido que normalmente llega los espacios pulmonares fetales. Por lo general, después de 5 horas de nacido, la placa de Rayos X suele mostrar pulmones aereados, si no sucede se debe pensar en enfermedad de membrana hialina.

La trama broncovascular normal consta de imágenes arteriales y venas pulmonares así como bronquios centrales y fisuras interlobares.

La cúpula del diafragma, durante la respiración en reposo en las cuartas costillas o interespacios anteriores.

La tráquea es desplazada ligeramente hacia la derecha de la carina por el arco aórtico.

La sombra del timo en el recién nacido puede ser muy grande y conducir al falso diagnóstico de condensación pulmonar, por lo general es más prominente en el lado derecho.

ANEXO No. 3**PROTOCOLO DE MANEJO EN EL PACIENTE CON INSUFICIENCIA RESPIRATORIA (APLICACIONES CLINICAS DE LA TERAPIA RESPIRATORIA).**

**Asma bronquial:** se recomienda el uso de la presión positiva intermitente (RPPI), con un agente broncodilatador diluido en solución fisiológica al 0.45% (Salbutamol de 2-6 mg., en 3-5 ml. de solución, Isoproterenol 0.65 mg. en 2.5 ml., de diluyente por 10 minutos por intervalos de 1 - 4 horas), utilizando oxígeno al 40% o más si el paciente lo requiere. Nebulizaciones tibias con oxígeno para evitar el broncoespasmo por frío.

Fisioterapia de tórax y ejercicios respiratorios con técnica de retardo espiratorio por lo menos cada 8 horas.

**Bronquiectasias:** están indicados los drenajes posturales, la percusión y la aerosolterapia por lo menos 3 a 4 veces al día y en algunos casos (si hay espasmo bronquial), el uso de la RPPI.

**Broquiolitis:** puesto que el espasmo bronquial es causa de parte de la obstrucción respiratoria, la inhalación de agentes broncodilatadores está indicada, de 0.5 ml. de Isoetarina o de Isoproterenol en 3-4 ml. de solución fisiológica al 0.45%. El ambiente húmedo con oxígeno, la

percusión, el drenaje postural y la aspiración de secreciones complementan la terapia respiratoria en estos pacientes.

Bronquitis: tratamiento inmediato: RPPI 10 minutos cada 2 horas con oxígeno al 40 ó 60%, nebulizaciones de gota gruesa (10 a 30 micras), fisioterapia de tórax, medicamentos broncodilatadores y mucolíticos.

Según el paciente evolucione, el intervalo de tiempo entre cada sesión puede ser de 30 minutos hasta cada 4 horas y retirarlo por más tiempo o definitivamente.

Si el cuadro persiste, se recomiendan nebulizaciones continuas con un vasoconstrictor local.

Enfermedad de membrana hialina: el cuadro respiratoria de insuficiencia ventilatoria se establece rápidamente, como consecuencia de colapso alveolar por falta o disminución del agente tensioactivo pulmonar (surfactante), el manejo inmediato será brindarle un ambiente rico en oxígeno (de tal manera que la  $PaO_2$  se encuentre entre entre 60-80 mmHg. En caso de no responder al tratamiento medicamentoso y de oxigenoterapia, la medida de urgencia será la intubación endotraqueal calculando el tamaño de la cánula según el siguiente cuadro:

EDAD	FRECUENCIA	DIAMETRO INTERNO (mm)
Prematuros	12	2.5 - 3
Recién nacidos	14	3.5
3 meses	16	4
3 a 12 meses	18	4.5

FUENTE: Rangel, L.M.; Terapia intensiva en pediatría, p. 225.

Los parámetros de ventilación mecánica deberán estar sujetos a la valoración clínica y gasométrica y se deberá destetar (retiro progresivo de la ventilación mecánica) lo más pronto posible hasta su extubación definitiva, según lo permita la valoración antes mencionada.

Infección de vías respiratorias altas: (I.V.R.A.); el tratamiento está encaminado a disminuir la inflamación y la obstrucción de la zona afectada, el ambiente húmedo frío y el uso de vasoconstrictores locales está indicado.

Laringotraqueítis: nebulizaciones de gota gruesa continua, sin rebasar la temperatura de 21 a 24°C, puesto que el calor aumenta el edema, En caso necesario se recomienda el uso del oxígeno en orden de 40-60% de concentración, que debe irse disminuyendo conforme mejora el paciente.

Cuando el cuadro agudo impide la ventilación se recomienda el uso de aerosoles con agentes vasoconstrictores locales, epinefrina racémica al 2.25% de dos a tres gotas en 3 - 5 ml., de solución fisiológica al 0.45%, o fenilefrina al 0.25% de 0.5 ml., a 1 ml., en 5 ml., en solución fisiológica al 0.45%.

Neumonía y bronconeumonía: el diagnóstico de esta entidad patológica no es una mera razón para el uso del oxígeno, puesto que algunos pacientes logran mantener en límites normales la  $PaO_2$  sin embargo, si se observan signos de cianosis la oxigenoterapia deberá ser oportuna.

Como son entidades que cursan con hiperproducción de secreciones, se recomienda el uso de nebulizaciones ultrasónicas (0.5 a 3 micras) a razón de 15-30 minutos con intervalos de 2 horas la terapia deberá incluir el uso de mucolíticos asociados a un broncodilatador (por efecto broncoconstrictor del mucolítico), fisioterapia del tórax y aspiración de secreciones.

ANEXO No. 4

## VALORACION DE SILVERMAN-ANDERSEN

	0	1	2
1. Movimientos toracoabdominales	Rítmicos y regulares	Disociación toracoabdominal.	Disociación acentuada.
2. Tipo intercostal	no	Discreto	Acentuado y constante.
3. Retracción xifoidea	no	Discreto	Muy marcada.
4. Aleteo nasal	no	Discreto	Muy acentuada
5. Quejido espiratorio	no	Leve e inconstante	Constante y acentuado.

CALIFICACION IDEAL DE 0

Tomado de Rangel, L.M. Insuficiencia respiratoria en pediatría;  
p. 202.



FIGURA 1. Equipo de aspiración.

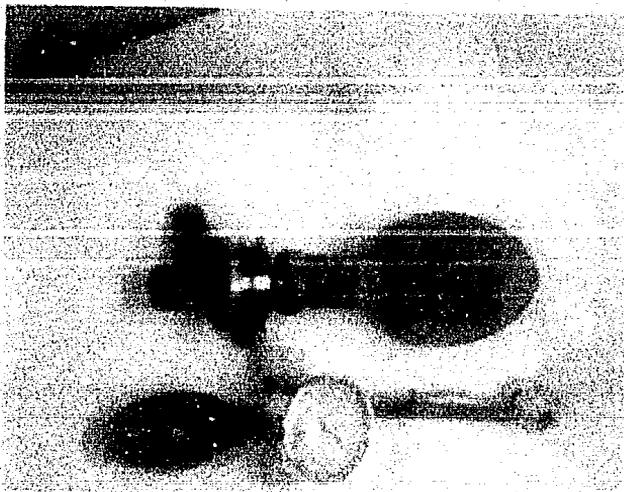


FIGURA 2. Ventiladores pediátricos  
(ambú)



**FIGURA 3. Oxigenación**



**FIGURA 4. Aspiración nasal.**



FIGURA 5. Aspiración oral

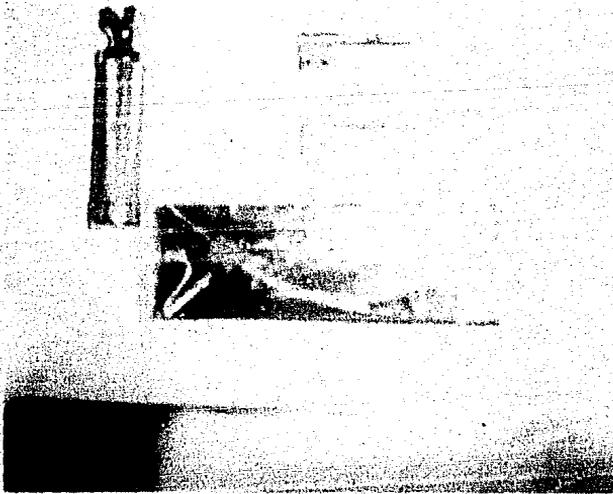


FIGURA 6. Equipo de intubación endotraqueal.

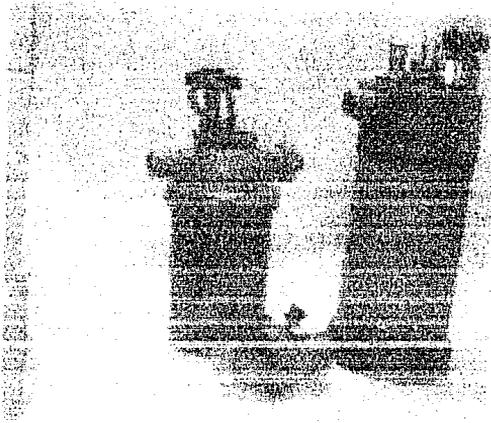


FIGURA No. 7. Nebulizadores tipo jet.



FIGURA No. 8. Nebulizador ultrasónico.

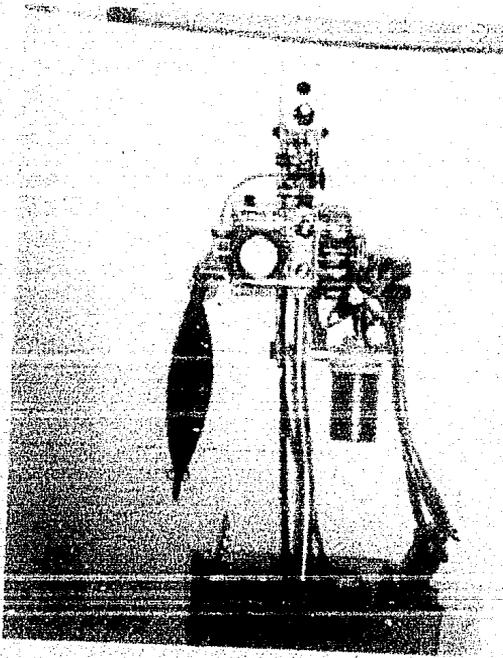


FIGURA No. 9. Ventilador de presión.

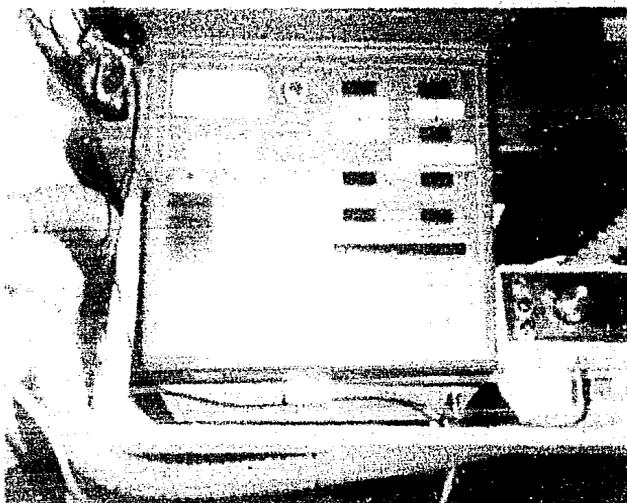


FIGURA No. 10. Ventilador de volumen.

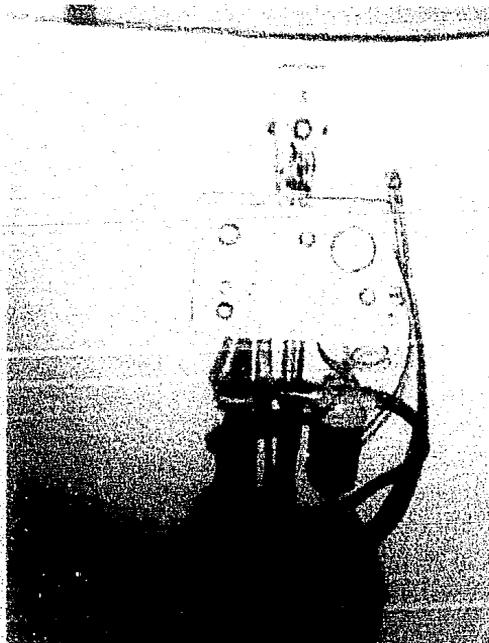


FIGURA No. 11. Ventilador de tiempo.

REGISTRO DE DATOS DE PACIENTES PEDIATRICOS QUE RECIBIERON  
TRATAMIENTO POR EL SERVICIO DE INHALOTERAPIA

HOSPITAL \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_ EDAD \_\_\_\_\_ SEXO \_\_\_\_\_ CAMA \_\_\_\_\_

DIAGNOSTICO \_\_\_\_\_

FECHA DE INGRESO \_\_\_\_\_

CON TRATAMIENTO DE INHALOTERAPIA ( )

SIN TRATAMIENTO DE INHALOTERAPIA ( )

TRATAMIENTO DE INHALOTERAPIA

OXIGENOTERAPIA ( )

AMBIENTE HUMEDO ( )

FISIOTERAPIA PULMONAR ( )

VENTILACION PROLONGADA ( )

PRESION POSITIVA  
INTERMITENTE ( )

TRATAMIENTO CON FARMACOS

BRONCO DILATADORES ( )

VASOCONSTRICTORES ( )

MUCOLITICOS ( )

ANTIESPUMANTES ( )

ANTIBIOTICOS ( )

VALORACION DE SILVERMAN

DE INGRESO \_\_\_\_\_

DE LAS PRIMERAS 24  
HORAS \_\_\_\_\_

## MOTIVO DE ALTA

MEJORIA ( )

TRASLADO ( )

DEFUNCION ( )

OTROS ( )

FECHA DEL ALTA \_\_\_\_\_

DIAS DE ESTANCIA HOSPITALARIA: \_\_\_\_\_

GLOSARIO DE TERMINOS

- AEROSOL:** Rocío o suspensión de pequeñas partículas finas de líquido en el aire, que pueden llegar más allá de los bronquiolos.
- ANOXIA:** Ausencia de oxígeno.
- ATELECTASIAS:** Colapso alveolar debido a compresión o absorción de todo el aire que se encuentra más allá de la obstrucción bronquial.
- BRADIPNEA:** Frecuencia respiratoria anormalmente baja.
- BRONQUIECTASIA:** Dilatación crónica del bronquio o bronquiolo que se manifiesta por material mucopurulento.
- BRONQUITIS:** Inflamación del tracto bronquial.
- CAPACIDAD INSPIRATORIA:** Volumen de reserva inspiratoria más el volumen corriente.
- CAPACIDAD PULMONAR TOTAL:** Suma de todos los volúmenes.
- CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL:** Volumen de reserva espiratoria más el volumen residual.
- CAPACIDAD VITAL:** Suma del volumen de reserva inspiratoria

más el volumen corriente de reserva espiratoria.

- CELULAS TIPO II:** Células que se cree producen la sustancia tensioactiva.
- CORTO CIRCUITO:** Perfusión de alveolos no ventilados.
- DIFUSION:** Movimiento de gases desde una zona de presión alta hasta una de baja presión.
- EFECTO VENTURI:** A medida que la velocidad de un fluido aumenta a través de un conducto que a medida que avanza se estrecha, la presión aumenta creando en el extremo distal un efecto de vacío.
- ESPACIO MUERTO:** El gas en este espacio no participa en el intercambio gaseoso, por lo tanto la ventilación no es aprovechada.
- ESPACIO MUERTO ALVEOLAR:** Ventilación inefectiva de los alveolos, porque no hay perfusión o porque el volumen gaseoso es mayor que el volumen sanguíneo.
- ESPACIO MUERTO ANATOMICO:** Conductos respiratorios que no participan en el intercambio gaseoso.

**ESPACIO MUERTO FISIOLÓGICO:** Suma del espacio muerto anatómico y alveolar.

**FIBROPLASIA RETROLENTICULAR:** Iatrogenia, causada por el uso prolongado de altas tensiones de oxígeno ( $\text{PaO}_2$  mayor de 100 mmHg).

**HIPERCAPNEA:** Tensión de bióxido de carbono elevada en la sangre.

**HIPOCAPNEA:** Concentraciones sanguíneas de bajas tensiones de bióxido de carbono.

**HIPOXEMIA:** Descenso de la tensión de oxígeno en la sangre.

**NEUMOTORAX:** Presencia de aire en la cavidad pleural.

**PARENQUIMA:** Tejido funcional del órgano.

**PERFUSION:** Flujo sanguíneo a través del lecho capilar de los pulmones.

**PPCR:** (término en español); presión positiva continua durante la respiración, más conocido como CPPV.

**PPGVA:** (Término en español) presión positiva continua en vías aéreas, más conocido como CPAP.