

11202  
201. 22



Universidad Nacional Autónoma de México  
HOSPITAL INFANTIL DE MEXICO  
"FEDERICO GOMEZ"

# COMPLICACIONES INFECCIOSAS DE LA VENTILACION MECANICA

*[Handwritten signatures and scribbles]*

*[Handwritten signature]*

T E S I S  
Que para obtener el Título de  
ESPECIALISTA EN ANESTESIA

Presentan:

Dra. Sara Beatriz Eскурra Ibañez  
Dr. Enrique Gutiérrez Sevilla

Dirigida por:

DRA. ESTELA MELMAN SZTEYN  
DR. ELPIDIO JUAREZ IBARRA



México, D. F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN 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.

## C O N T E N I D O

1-	INTRODUCCION	1
2-	PATOGENIA DE LAS INFECCIONES DE LAS VIAS AEREAS	3
3-	FACTORES PREDISPONENTES DE LAS INFECCIONES DE LAS VIAS AEREAS	12
4-	OBJETIVOS	24
5-	MATERIAL Y METODO	25
6-	RESULTADOS	28
7-	COMENTARIOS	35
8-	CONCLUSIONES	38
9-	BIBLIOGRAFIA	39

## I N T R O D U C C I O N

Es innegable que los pacientes que requieren terapia -- respiratoria son más susceptibles a desarrollar infecciones del árbol respiratorio que el resto de la población de pacientes hospitalizados. La "Neumonía nosocomial" representa el 10 a 20% de todas las infecciones de origen hospitalario ocupando el tercer lugar, después de las infecciones del tracto urinario y de las heridas quirúrgicas, siendo sin embargo la infección con mayor índice de mortalidad. (1)

Existe un grupo de pacientes que se considera con alto riesgo para adquirir neumonías nosocomiales e incluye aquellos -- que tienen insuficiencia respiratoria, particularmente quienes necesitan intubación endotraqueal o traqueostomía, politraumatizados, inmunosuprimidos y los pacientes sometidos a cirugía mayor que compromete tórax o abdomen superior. En un adulto normal una cirugía sobre abdomen superior produce una disminución del 75% de la capacidad vital dentro de las primeras 24 horas del postoperatorio, favoreciendo esta importante disminución de la capacidad vital de retención de secreciones, las que a su vez propician -- atelectasias y/o neumonía. (2)

Para defenderse de las infecciones el hombre cuenta con barreras naturales, las más externas y claramente definidas contra los invasores procedentes del medio exterior son la piel y --

las membranas mucosas; sin embargo, los pacientes hospitalizados tienden a presentar brechas importantes en esta línea de defensa, en la forma de vías intravenosas, catéteres urinarios, heridas quirúrgicas y/o tubos endotraqueales (en el individuo normal no hay bacterias por debajo de la laringe, siendo en las vías aéreas superiores en donde se encuentra la "flora normal"). Existe además una barrera interna menos definida, pero enormemente importante formada por factores constitucionales que pueden estar afectados por las enfermedades, el estado de nutrición y/o fármacos administrados al paciente.

## PATOGENIA DE LAS INFECCIONES DE LAS VIAS AEREAS

La nariz y la nasofaringe crean una barrera semipermeable entre el aire ambiental y el tronco traqueobronquial, donde todas las partículas de tamaño superior a las 10 micras quedan -- eliminadas por filtración. La gran superficie y rica irrigación -- sanguínea de la mucosa de la nariz y la nasofaringe realizan importantes ajustes de la temperatura y humedad del aire inspirado, alcanzando 34°C de temperatura y 80 a 90% de humedad, en tanto -- que el área relativamente pequeña y la escasa irrigación del tronco traqueobronquial no permiten más que pequeños cambios en la -- temperatura y humedad una vez que el aire inspirado ha alcanzado este punto. (3)

El diámetro de las partículas que llegan hasta tráquea y bronquios debe ser inferior a las 10 micras, las de tamaño comprendido entre 2 y 10 micras se depositan en los bronquios y bronquiolos y las de tamaño inferior a las 2 micras suelen llegar hasta los alveólos. Las partículas se expulsan normalmente por acción de un mecanismo de limpieza altamente eficaz, inicialmente quedan atrapadas en una capa de moco secretada por las células caliciformes y glándulas submucosas; el moco así producido es muy soluble para favorecer el movimiento ciliar, ya que los cilios barren el material extraño hacia arriba pasándolo al espacio subglótico, desde donde es expelido por efecto de la tos. El tubo endotraqueal rompe muchas de estas barreras anatómicas, el aire inspi

rado ya no se filtra ni se ajusta a la temperatura húmeda adecuada, además de que se pierde el mecanismo protector de cierre de la epiglotis. La traqueostomía expone al paciente a todos los peligros infecciosos derivados de la intubación endotraqueal, ya que persiste la comunicación entre la orofaringe y la traquea al quedar la epiglotis funcionalmente impedida, además de que existe el riesgo de infección de la herida.

Otros factores más predisponen a la infección. La inactividad que constituye la regla en los pacientes gravemente enfermos puede afectar en forma indirecta el curso de muchos procesos infecciosos. A consecuencia de la inactividad se presenta degradación de la piel con desarrollo de úlceras de decúbito, contribuyendo el dolor a limitar aún más el movimiento; las complicaciones pulmonares más frecuentes incluyen estasis venosa, trombosis y consiguiente embolia pulmonar; atelectasias y neumonía. El rango de incidencia de neumonía nosocomial oscila entre 5 a 50 casos por mil hospitalizados. (1) El riesgo es 14 veces mayor para cirugía de tórax, 3.4 veces para cirugías de abdomen y 38 veces para cirugía combinada de tórax y abdomen superior comparado con pacientes que no tienen comprometidas estas áreas. (1) Los factores que probablemente más se asocian son el deterioro del mecanismo de la deglución, de la limpieza de las vías aéreas, instrumentación de las mismas, anestesia, dolor, uso de narcóticos y sedantes. En el período postoperatorio la capacidad residual funcional disminuye aproximadamente 30% por la posición supina, además de que la mecánica torácica se encuentra alterada por la incisión en el tórax y abdomen. Todos los volúmenes pulmonares persisten alte

rados por 5 a 7 días después de una cirugía de abdomen alto, amén de que la hipoventilación regional deprime la función mucociliar y produce retención de secreciones. (4)

Se citan 5 factores fundamentales comprometidos en la infección del árbol respiratorio. El primer factor son los microorganismos infecciosos, donde debemos estudiar 3 fuentes: a) gérmenes que han vivido largo tiempo en el tracto respiratorio del paciente. El *Staphylococcus aureus* se encuentra en un tercio de todas las personas sanas y este microorganismo es a menudo capaz de producir una infección de la herida postoperatoria o del árbol respiratorio cuando el mecanismo de defensa antibacteriano ha sido alterado como consecuencia de la enfermedad. En forma similar el neumococo está presente en la orofaringe de aproximadamente un quinto de todas las personas sanas. b) una segunda fuente de microorganismos son los gérmenes que colonizan otro sitio del cuerpo del paciente, el origen más común es el tubo gastrointestinal. El mecanismo por el cual son transferidos no se conoce con certeza. La piel, ropa de cama o las manos del paciente pueden ser contaminadas por sus propias bacterias fecales y la inoculación de la boca y la orofaringe por las manos es muy posible. Otra posibilidad es la propagación retrógrada de la flora bacteriana gastrointestinal. c) la tercera fuente de bacterias que produce infecciones es la que proviene del medio ambiente y comprende todo lo que está en contacto con el paciente incluyendo el aire y otros pacientes. (5)

El segundo factor es la transmisión de los organismos -



de su lugar de origen al árbol respiratorio del paciente. Varios modos de transmisión han sido mencionados, incluyendo la transferencia directa del agente infeccioso por material inanimado en el medio ambiente y por las manos del personal. El papel del aire -- contaminado en promover las infecciones adquiridas en el hospital permanece en controversia. La transmisión de los gérmenes por la ruta aérea requiere que el microorganismo esté suspendido en una pequeña gota aproximadamente del tamaño de una micra y que pueda permanecer en el aire por períodos prolongados de tiempo, por lo tanto una infección deberá ser causada por una muy pequeña cantidad de inoculado del agente infeccioso, quizás tan pequeña como un sólo organismo, pero gérmenes altamente patógenos como el neumococo requieren para producir neumonía, en animales de experimentación, de 10.000 microorganismos por animal. Existen infecciones en que ciertamente no se discute la transmisión aérea, por ejemplo la tuberculosis, infecciones virales como la influenza y la varicela. El aire ambiente contaminado aparentemente no es importante en la transmisión de gérmenes dentro del hospital, excepto cuando se maneja gran volumen de aire como en los nebulizadores con dispositivo de Venturi. (6)

El tercer factor importante es la colonización de las vías aéreas superiores del huésped por los gérmenes infecciosos.

Las personas normales están repetidamente expuestas a organismos patógenos potenciales incluyendo bacilos Gram negativos que son los agentes más frecuentemente involucrados en las neumonías. A pesar de esta continua exposición la colonización de la orofaringe por bacilos Gram negativos no es un fenómeno fre

cuenta y se presenta en el 2 a 10% de las personas normales. Evidencias recientes sugieren que alteraciones en las propiedades -- del epitelio de las vías aéreas superiores incrementan la susceptibilidad de las personas enfermas a la colonización. (7) La colonización puede ser definida como la persistencia de ciertas especies de microorganismos en una región particular en ausencia de enfermedad. Las vías respiratorias superiores están colonizadas por una gran variedad de microorganismos que son considerados miembros de la flora normal, la persistencia de estos gérmenes depende de su capacidad de adherirse al epitelio y así evitar la remoción mecánica por las secreciones. Estudios in vitro de las células epiteliales del tracto respiratorio superior de personas sanas contienen muchas bacterias consideradas como "flora normal", pero -- muy pocos son bacilos Gram negativos, en contraste las células obtenidas de personas gravemente enfermas llevan adheridas gran número de bacilos Gram negativos. Se han observado proteínas de --- gran peso molecular que ocupan los sitios en unión potencial para bacilos en las células epiteliales de las vías aéreas superiores de personas normales. Durante una enfermedad grave o situación de stress, estas proteínas de gran peso molecular son removidas, aparentemente por acción de una enzima proteolítica presente en las secreciones, así las células epiteliales tienen un sitio de unión libre para los bacilos. (8)

El cuarto factor es la entrada de los organismos infecciosos dentro del árbol respiratorio y pulmones. Muchos años -- atrás se tenía la hipótesis que las bacterias implantadas en las vías aéreas superiores, particularmente en la nariz llegaban al -

pulmón por vía sanguínea. Cannon y Walsh demostraron que organismos implantados en el tracto respiratorio superior son rápidamente aspirados dentro del árbol traqueobronquial y partes periféricas del pulmón y que la bacteriemia ocurre sólo después que los gérmenes hayan llegado al pulmón. (9)

Más recientemente Huxley encontró que la aspiración de pequeñas cantidades de contenido orofaríngeo ocurre en casi la totalidad de los pacientes con nivel disminuido de conciencia y en personas sanas durante el sueño. Es importante aclarar que el volumen del material aspirado es pequeño. (10) La densidad de bacterias de la secreción orofaríngea es de aproximadamente  $10^{10}$  microorganismos por mililitro. Estudios en pacientes con traqueostomía muestran que la secreción orofaríngea que es aspirada regularmente alrededor del tubo puede ser recuperada del árbol traqueobronquial por succión. (11)

El último factor es el sistema defensivo del pulmón que está compuesto de varios elementos íntimamente ligados unos con otros. Cuando se hace inhalar a un animal de experimentación aire contaminado con bacterias, los microorganismos rápidamente mueren in situ en el pulmón del animal. Muchas especies mueren como resultado de la actividad normal del macrófago alveolar y no se acompaña de proceso inflamatorio. Esta parece ser la forma en que gérmenes no virulentos como son los miembros de la flora normal mueren cuando llegan al pulmón. Por otro lado cuando organismos patógenos son inhalados muchos leucocitos polimorfonucleares de la circulación sanguínea acuden rápidamente y ésta parece ser la-

primera línea de defensa contra los organismos más virulentos. La acción antibacteriana del macrófago alveolar no parece estar incrementada por la presencia de anticuerpos específicos; sin embargo en el caso de los microorganismos que requieren la participación de leucocitos polimorfonucleares, la inmunización previa o el tratamiento pasivo con anticuerpos específicos aumenta la proporción de gérmenes muertos en el pulmón. (12)

Estudios con modelos experimentales muestran que una gran variedad de agresiones, por ejemplo: la hipoxia alveolar, edema alveolar, acidosis, infecciones virales previas y ciertos fármacos pueden dañar la función del mecanismo antibacteriano. (13)

Debido a que gran parte de la defensa antibacteriana del pulmón parece depender de la muerte in situ de las bacterias, se podría pensar que la función mucociliar no es un aspecto importante de la defensa; sin embargo cuando las secreciones se acumulan en las vías aéreas, ocurren cambios en dirección distal a la obstrucción por el desarrollo de hipoxia alveolar y la defensa antibacteriana se lesiona. (5)

Las especies de microorganismos son eliminadas del pulmón normal a diferente velocidad y depende de la facilidad con que pueden ser fagocitadas y la capacidad del germen de multiplicarse rápidamente en el tejido pulmonar. Organismos muy virulentos como *Klebsiella pneumoniae* son eliminados lentamente del pulmón normal, mientras que organismos poco virulentos como el *Staphylococcus epidermidis* son eliminados rápidamente. Debido a que-

existen diferencias en la cantidad de microorganismos que el pulmón puede eliminar, después de un período de tiempo sólo permanecen los organismos más virulentos. (14)

Muchos tipos de microorganismos incluyendo bacterias, virus, hongos y parásitos son responsables de neumonías intrahospitalarias, la mayoría de los casos son debidos a bacterias.

Un estudio realizado en 1970 en 10 hospitales en la Unión Americana, mostró que los bacilos aeróbicos Gram negativos y coco aeróbicos Gram positivos son responsables cada uno del 40% de los casos reportados. (15) En 1980 los mismos hospitales reportan que los bacilos aeróbicos Gram negativos se aislan en el 68% de los casos. Los cocos Gram positivos en el 24% y los hongos en un 5% de los casos. (15)

En contraste con la vasta literatura sobre infecciones bacterianas comparativamente poco se ha escrito de las neumonías nosocomiales causadas por virus. Las infecciones virales frecuentemente no son diagnosticadas debido a que el aislamiento u la serología que los confirman requieren de un proceso muy lento. Un estudio retrospectivo reciente mostró que los virus son responsables del 5% de todas las infecciones intrahospitalarias y del 20% de casos de neumonía. (16) Las infecciones virales intrahospitalarias a menudo reflejan la prevalencia de virus de la comunidad. La mayoría de las infecciones causadas por virus, contrariamente a las causadas por bacterias, no ocurren predominantemente en los pacientes debilitados de alto riesgo y pueden ser particularmente

severas en estos pacientes. Las infecciones virales son generalmente adquiridas a través de pacientes recién hospitalizados, visitas, empleados, es decir exógenas con respecto al hospital.

El virus sincicial respiratorio, el parainfluenza y el influenza son responsables de una gran proporción de casos. En los adultos la infección por estos virus es usualmente asintomática o causa de infecciones respiratorias leves; sin embargo, en los niños son la causa más frecuente de neumonía. 40 a 50% de los niños que desarrollan infecciones por virus sincicial respiratorio intrahospitalaria presentan neumonía. El virus de la influenza puede causar neumonía en todas las edades, pero especialmente en las edades extremas de la vida se presenta en su forma más severa. Los pacientes inmunocomprometidos como los sometidos a -- transplantes de órganos y los leucopénicos son susceptibles a neumonía por parásitos (pneumocystis carinii) o virus (citomegalovirus) o bien a hongos o bacterias poco comunes, sobre todo si están recibiendo antibióticos en forma profiláctica. La enfermedad de los legionarios es más frecuente en los pacientes inmunocomprometidos.

## ¿ES LA TERAPIA RESPIRATORIA FACTOR PREDISPONENTE DE INFECCION DE LAS VIAS AEREAS?

El papel potencial del equipo de terapia respiratoria - como un medio que favorece el crecimiento de los microorganismos - ha sido desde tiempo atrás muy cuestionado y en cierto modo innegable.

Los gases comprimidos usados con más frecuencia son el oxígeno y el aire. El oxígeno es el tercer elemento más abundante en el universo después del hidrógeno y del helio, se promueve y regula a través de la fotosíntesis. El método comercial para la preparación del oxígeno es la destilación fraccionada del aire líquido. La obtención puede ser dividida en tres etapas: a) purificación del aire. b) licuefacción parcial del aire por refrigeración, de acuerdo al principio de Joule Kelvin, cuando los gases - bajo una presión son liberados dentro de un vacío las moléculas - tienden a perder energía cinética, esta pérdida produce una disminución de la velocidad de las moléculas con una disminución de la temperatura que es necesaria para la licuefacción del aire. c) separación del oxígeno del nitrógeno por destilación fraccionada en el aire parcialmente licueificado. El nitrógeno es más volátil y - hierve a temperatura menor que el oxígeno (-195°C) y de esta forma queda como residuo oxígeno líquido que hierve a -183°C. Los gases comprimidos son transportados en cilindros, durante su transporte se debe proteger de temperaturas excesivamente altas o ba--

jas.

Los sistemas de oxígeno comprimido comprenden: un reservorio para almacenar oxígeno, reguladores de presión, válvula de seguridad, vaporizadores, llaves y tubos interconectores que permiten distribuir el oxígeno a todas las instalaciones dentro del hospital. (17) (18)

El aire respirable está constituido primariamente por oxígeno y nitrógeno. El nitrógeno no tiene función metabólica, -- ayuda a mantener insufladas las cavidades corporales que están -- llenas de gas. Al aumentar la presión ejercida sobre el aire este puede ser comprimido, el porcentaje de oxígeno en el aire comprimido permanece sin cambios, sin embargo la presión parcial del -- oxígeno puede aumentar. El método más común para producir aire -- comprimido para los respiradores humanos es por compresión del -- aire atmosférico en el lugar de uso. Se pueden utilizar varios tipos de compresoras, dependiendo del volumen de aire requerido y -- la presión con la cual el aire va a ser utilizado. Para uso hospitalario puede ser adecuado el compresor de pistón o el de centrífuga. El compresor debe estar localizado lejos de la zona contaminada por automóviles, gasolina y diesel, ya que los olores pueden causar hiperreacción en las vías aéreas. Si el aire comprimido es utilizado a temperaturas congeladas, el exceso de vapor de agua -- debe ser removido por medio de trampas y de filtros de carbón activo. El aire obtenido por un compresor central es distribuido a -- las instalaciones del hospital por tuberías. Existen ventiladores que tienen sus propias compresoras provistas de filtros antibacte



rianos. (18)

La contaminación de los gases comprimidos utilizados para el funcionamiento de los aparatos de terapia respiratoria no es frecuente por la incapacidad de las bacterias de sobrevivir y multiplicarse en condiciones tan adversas como son las presiones tan elevadas y temperaturas tan bajas que se utilizan para la obtención de los gases.

Cuando se está utilizando una sonda endotraqueal que elimina el paso del aire por la nariz y la orofaringe o en el curso de algunas enfermedades que alteran la hidratación normal del aire inspirado, se deben tomar medidas de sostén para evitar la pérdida de agua o añadir agua al ambiente. Los gases comprimidos que vienen en estado anhidro pueden ser hidratados por medio de aerosoles y/o humidificadores.

Los humidificadores están diseñados a manera de suministrar una cantidad máxima de vapor de agua sin emitir agua bajo forma de partículas. El agua que contiene puede estar a temperatura ambiente o ser calentada. El agua cede calor a los gases que pasan por ella, con lo cual el contenido de vapor de agua en dichos gases aumenta.

Los humidificadores (19) pueden ser de paso o de burbuja. En el humidificador de paso el agua se va evaporando al pasar el aire sobre su superficie. Este tipo de humidificador no es efectivo, por lo que tiene muy poca utilidad en clínica. El humidificador de burbuja divide el gas en burbujas pequeñas que entran en contacto íntimo con el líquido, aumentando la superficie-

de contacto entre gas y líquido. Si se calienta el líquido se eleva el contenido de vapor de agua de la mezcla gaseosa. El "Humidificador de cascada" es una variedad del humidificador de burbuja, que divide el aire inspirado en burbujas muy pequeñas, por un fenómeno de cascada y hace pasar estas burbujas a través del agua - calentada por un calentador de inmersión. La temperatura del humidificador puede elevarse a un grado tal que la mezcla de gases -- tenga una saturación de vapor de agua de 100% cuando llega al paciente. Los humidificadores no producen gotas de agua, por lo tanto no transmiten bacterias. (19)

Los aerosoles son una suspensión de partículas finas líquidas en un gas, cuyas gotas tienen un diámetro inferior a 3 micras; los efectos de la gravedad son despreciables a partir de este tamaño. Una propiedad importante de los aerosoles es la estabilidad, que es la capacidad de permanecer en suspensión durante un tiempo prolongado. Esta depende a su vez de: 1) La concentración de las partículas. 2) Tamaño y naturaleza de dichas partículas. - 3) Humedad en el ambiente. La estabilidad óptima de los aerosoles empleados en medicina corresponde a gotas de 0.2 a 0.7 micras de diámetro y concentraciones de 100 a 1000 partículas por centímetro cúbico. El depósito o la precipitación es el resultado de la inestabilidad del aerosol. Otra propiedad es la penetración que - consiste en la profundidad máxima a la que pueden llegar dentro - del árbol traqueobronquial las partículas suspendidas en el aire-corriente inspirado.

En relación con los aerosoles empleados en terapéutica-

respiratoria, la penetración y el depósito de las partículas en suspensión obedecen a cuatro factores principales: Gravedad: ésta actúa en relación directa con la masa de dichas partículas, por lo que al duplicarse el diámetro de la esfera las fuerzas de gravedad que tienden a hacer que la partícula caiga, se cuadruplican. 2) Actividad cinética: Las gotitas de agua suspendidas en un gas presentan movimiento browniano. El movimiento lateral al azar de las partículas puede multiplicar los contactos entre las gotas de agua que se fusionaron o precipitaron en el aparato y los tubos. 3) Choque por inercia: Las partículas de agua por su mayor masa se desplazan en línea recta con mayor fuerza que las moléculas de gas, por lo que al cambiar de dirección una corriente de aire que contiene líquido, las partículas tienden a continuar de frente. 4) Esquema ventilatorio: La precipitación de las partículas de un aerosol guarda relación directa con el volumen inspirado e inversa con la frecuencia respiratoria, siendo esto válido para las vías respiratorias de diámetro mayor al de los bronquiolos terminales, ya que en la periferia el movimiento de los gases se debe a fenómenos de difusión. (19)

La posibilidad de depositar agua dentro del árbol traqueobronquial guarda relación con el contenido total de agua de un aerosol. Una neblina de aerosol con gotas de una micra y un contenido de agua superior a 100 miligramos de agua por litro es sumamente eficaz para la precipitación en el árbol traqueobronquial.

Los aparatos que producen aerosoles con gotas de tamaño

uniforme se llaman nebulizadores, existen dos tipos: neumáticos y eléctricos. Los nebulizadores neumáticos funcionan a base de una fuente de gas comprimido. Un ejemplo es el nebulizador de chorro que es un sistema en el cual una corriente gaseosa de gran velocidad pasa frente al extremo superior de un tubo sumergido en una masa de agua, por efecto Bernoulli el agua asciende por el tubo y se separa en partículas en la rápida corriente de gas, luego estas partículas gruesas se transforman en partículas pequeñas y uniformes mediante un difusor, que es un dispositivo que desvía el flujo gaseoso. Cuando éste se coloca en una corriente gaseosa que contiene gotas de agua, éstas se estrellan contra el difusor y se rompen en gotas menores; cuanto más difusores se coloquen en serie, más pequeñas y uniformes resultan las gotas.

El nebulizador universal consta de: a) nebulizador de chorro, b) sistema de tipo Venturi para regular la concentración de oxígeno, c) calentador.

El nebulizador eléctrico utiliza una fuente eléctrica para obtener su potencia. Consta de una fuente de poder y una unidad nebulizadora, la fuente de poder produce una frecuencia altísima que pasa a la unidad nebulizadora, ésta posee un transductor que transforma la corriente eléctrica en vibraciones mecánicas que se transmiten a una masa de agua dentro de la cual se encuentra un recipiente con una membrana que sigue las vibraciones del líquido y que causa la ruptura física de la superficie del agua que se encuentra dentro, hasta producir pequeñas partículas. Este nebulizador permite nebulizar 1 a 6 mililitros de agua por minuto

y más del 90% de las gotas formadas tienen un diámetro de 0.5 a 3 micras. Las partículas de 1 a 2 micras de diámetro cuando son liberadas a nivel de la nariz o boca, llegan en un 50% hasta los bronquiolos terminales. (20)

Los aparatos generadores de aerosol utilizan aire ambiente por lo que es inevitable que los reservorios de agua se contaminen con bacterias procedentes de la habitación.

Un requerimiento básico para que el equipo de terapia respiratoria funcione como una fuente de gérmenes potencialmente infecciosos es que contenga una población relativamente grande de microorganismos, lo que implica que las condiciones sean favorables para la multiplicación bacteriana. Esta multiplicación no ocurre en ambientes secos, requiriendo la presencia de líquidos, por lo tanto cualquier parte donde se colecta líquido es una fuente potencial de microorganismos patógenos.

La primera publicación sobre el papel potencial de los equipos de terapia respiratoria en la infección pulmonar intrahospitalaria se efectuó en 1965 (20), posterior a la introducción de los nebulizadores y humidificadores en el campo clínico de la medicina. Un hallazgo en este estudio fué que la mayoría (84%) de los equipos que poseían nebulizador con reservorio contenían gran número de bacterias a diferencia de los nebulizadores para medicamentos sin reservorio. Asimismo se observó que los ventiladores aún sin estar conectados al paciente contenían bacterias en el nebulizador, en frecuencia creciente con las horas de funcionamiento. La mayoría de los contaminantes fueron bacilos Gram negati---

vos. Concluyeron que el uso de ácido acético al 0.25% es un efectivo bacteriostático, ya que nebulizando esta solución durante 5 minutos y removiendo el residuo, la contaminación bacteriana de los nebulizadores fué reducida a la densidad de gérmenes del aire ambiente. (20)

Un estudio sobre infecciones intrahospitalarias realizado en 1980 donde fueron analizados 13.086 pacientes en un período de tiempo de 11 meses, 914 pacientes tuvieron apoyo ventilatorio de los cuales 107 presentaron neumonía intrahospitalaria.(21)

A diferencia del estudio anterior en un gran número de ventiladores el cultivo resultó estéril al final de las primeras 24 horas de uso, no encontrándose crecimiento de gérmenes previo al diagnóstico de neumonía en ninguno de los ventiladores de los 107 pacientes (21). La baja frecuencia de contaminación se atribuyó a varios factores: a) ninguno de los métodos de aislamiento -- utilizado detecta bacterias cuando la concentración es menor a --  $10^3$  organismos, b) muchos pacientes recibieron apoyo ventilatorio por un período menor a 24 horas. (21). Lareau y Col (22) compararon la cantidad de bacterias contenidas en el reservorio del nebulizador cuando éstos se cambiaban cada 8, 16, 24 horas, no encontrando diferencia importante en los 3 grupos. El reservorio -- del nebulizador se consideró contaminado cuando la muestra contenía más de 100 bacterias por 10cc de aerosol, ya que 50 bacterias por pié cúbico son las que se encuentran habitualmente en el aire ambiente de un hospital.

Más recientemente Arnow y Col. describieron la presen--

cia de la enfermedad de los legionarios intrahospitalaria causada por el agua aerolizada de los aparatos de terapia respiratoria. (23)

En base a los estudios anteriormente citados, el Centro de Control de infecciones de E.U.A. ha recomendado el cambio de circuitos, nebulizadores con reservorios y de medicamentos y de los humidificadores cada 24 horas. (24)

Craven y Col. del Boston City Hospital ha demostrado -- que no hay diferencia significativa en la magnitud de contaminación del circuito del ventilador cuando se cambia cada 48 horas -- comparado con el cambio de cada 24 horas. (25)

Los estudios de Lareau (22), Reinarz (20), Craven (25), sugieren que la contaminación bacteriana del circuito del ventilador ocurre rápidamente y que el paciente es la primera fuente de microorganismos, ya que los aparatos se contaminan con la exhalación y la tos.

Recientemente se reportó la transmisión de organismos -- Gram negativos procedentes del intestino de los pacientes tratados con antiácidos y se postuló que este podría ser el mayor reservorio para la colonización de la vía aérea. (24) En los animales con neumonía severa, los aparatos de aerosol están contaminados en las primeras 12 horas de uso, la concentración de gérmenes patógenos tiende a aumentar con el tiempo y alcanza  $10^7$  microorganismos por mililitro de agua. (26)

Además de los reservorios de nebulizadores, humidifica-

dores y circuitos, existen otros objetos que pueden ser responsables de las infecciones intrahospitalarias. Así, en la Universidad de Texas se encontró que la *Serratia marcescens* fué la responsable de la contaminación de los frascos abiertos de los medicamentos utilizados por vía inhalada (27). El uso de frascos grandes de agua destilada o solución salina está relacionado con el inicio y la propagación de la epidemia. La contaminación se facilita por la capacidad de la *Serratia* de multiplicarse rápidamente en la habitación a 25°C (27). La colonización del árbol traqueobronquial fue resultado directo de aerolización de la *Serratia* -- dentro del árbol respiratorio. Otros autores también han reportado una epidemia por *Serratia* a través de los nebulizadores ultrasónicos (28). Los pacientes en quienes se aisló *Serratia* se encontraban gravemente enfermos y el germen fué aislado después de un largo período de hospitalización y probablemente múltiples exposiciones. (27)(28)

El *Acinetobacter calcoaceticus* variedad *anitratus* es -- causa de colonización del tracto respiratorio superior en pacientes hospitalizados. Este es un organismo hidrofílico que se asocia a finas partículas de nebulizadores y a humidificadores(29). En el Hospital Hartford se notificó hace unos años el desarrollo de una epidemia de neumonía por *Acinetobacter* aproximadamente 8 días después del uso del espirómetro de Wright (29).

La terapia respiratoria también puede ser vehículo de la transmisión de gérmenes por una falla en la desinfección de -- equipo vgr: mascarillas, válvulas, ambú y equipo de reanimación -- con la consecuente infección de otros pacientes en quienes se uti



liza el mismo equipo. Este factor ha disminuído de importancia - en los lugares donde se utiliza equipo desechable.

Christopher (26) menciona que al desechar el agua que - se condensa en los tubos, ésta es colocada habitualmente en un re cipiente abierto junto a la cama de otros pacientes; generalmente tanto médicos como enfermeras y/o terapistas no se lavan las ma-- nos después de efectuar este procedimiento y de esta manera los - microorganismos patógenos pueden pasar a otro paciente.

Idealmente la terapia respiratoria debe mejorar las de-- fensas del huésped y disminuir la frecuencia de infecciones. Una-- de sus metas es promover en forma más efectiva la evacuación de - la secreción traqueobronquial. Cuando la función mucociliar está-- severamente dañada como sucede en los pacientes intubados, se ha demostrado que la presencia del globo en la sonda endotraqueal al tera la velocidad de desplazamiento del moco (30), siendo la tos y/o la aspiración el único medio de eliminar secreciones.

Algunos fármacos simpaticomiméticos beta agonistas como la terbutalina, mejoran la higiene mucociliar y su uso regular en pacientes con problemas bronquiales puede reducir la incidencia - de infecciones broncopulmonares (31).

La hipoxia ha sido identificada como un mecanismo que - lesiona la defensa antibacteriana del pulmón. La administración - de una apropiada concentración de oxígeno mejora la fagocitosis y la actividad bactericida de las células pulmonares. La administra ción de una excesiva concentración de oxígeno está asociada con -

una depresión de las defensas. La concentración exacta a partir - de la cual ocurre no está clara, pero los macrófagos alveolares - expuestos in vitro a una concentración de oxígeno de 40% muestran ya una función alterada. Esta lesión ha sido demostrada en clínica sólo posterior a la exposición a altos niveles de oxígeno (5).

## O B J E T I V O S

Con este trabajo quisimos determinar la frecuencia de exposición del paciente de alto riesgo a los gérmenes infectantes, la contaminación de los mismos y la incidencia de neumonía intrahospitalaria en los pacientes intubados y manejados con ventilación mecánica.

La neumonía intrahospitalaria o nosocomial se define como el proceso infeccioso pulmonar que se presenta durante la estancia hospitalaria, excluyendo los casos que ocurren dentro de los dos primeros días de hospitalización, ya que se considera que es el período de incubación de la mayoría de las infecciones específicas.

Creemos que tenemos deficiencia en las medidas utilizadas para evitar la contaminación, por lo que utilizamos el aislamiento de gérmenes para demostrarlo. El trabajo adolece de muchas deficiencias por la muestra muy pequeña, uso de medio de cultivos rutinarios y análisis de pocos elementos de uso en la práctica de la Terapia Respiratoria.

## MATERIAL Y METODO

Fueron incluidos todos los pacientes manejados con ventilación mecánica en el Hospital Infantil de México durante el período comprendido entre noviembre de 1985 a enero de 1986. Los pacientes seleccionados requirieron ventilación mecánica por diversos motivos:

- Apoyo ventilatorio postoperatorio
- Depresión respiratoria debida a fármacos
- Infección o hemorragia intracraneana
- Infección generalizada
- Insuficiencia cardíaca

Fueron excluidos aquellos pacientes con infección pulmonar previa a la intubación o en los dos primeros días de la ventilación mecánica.

Los 21 pacientes seleccionados fueron intubados con sonda endotraqueal estéril o desinfectada; los ventiladores fueron conectados a circuitos desinfectados con solución de glutaraldehído amortiguado (CIDEX) así como el nebulizador, el humidificador y sus respectivos reservorios.

Los circuitos, nebulizadores, humidificadores, así como el agua utilizada para hidratar los gases fueron cambiados cada 24 horas.

Previo a la conexión del ventilador al paciente se tomaron muestras para cultivo del agua, circuito y aspirado bronquial. Las muestras fueron trasladadas en frascos estériles en el caso del agua y del aspirado bronquial y en caldo de transporte con hisopo en el caso de cepillado del circuito. Las tres muestras fueron sembradas en Gelosa sangre, Gelosa chocolate y el medio EMB. Estos cultivos se repitieron diariamente antes del cambio del equipo hasta que el paciente fué extubado.

15 ventiladores utilizaron nebulizadores para hidratar los gases, mientras que 6 aparatos utilizaron humidificador cascada.

Cada paciente era vigilado para valorar datos de infección registrando temperatura, examen físico torácico, biometría hemática, estudio radiológico: (el día de la intubación para descartar la presencia de infiltrado neumónico y verificar la colocación correcta de la sonda endotraqueal, durante el período con vía aérea artificial si presentaba algún dato clínico sugestivo de infección pulmonar, previo a la extubación y 24 horas después.

Todos los pacientes, excepto un lactante menor con anemia aguda e insuficiencia cardíaca recibieron tratamiento con antibiótico. 9 niños recibieron tratamiento profiláctico con un solo antibiótico, 6 pacientes recibieron 2 antibióticos. Los 5 restantes fueron manejados con antibióticos como tratamiento de otras infecciones.

Con el resultado de los cultivos se valoró la exposi---

ción a los microorganismos así como la contaminación de los pacientes intubados críticamente enfermos. Por la evolución se determinó la incidencia de neumonía intrahospitalaria en los pacientes - contaminados.

## RESULTADO

EDAD: Oscila de 0.43 a 144 meses con un promedio de 19- meses. El mayor número de pacientes se encuentra en el grupo de edad comprendido entre 0 a 6 meses. La figura 1 muestra la distribución por edades.

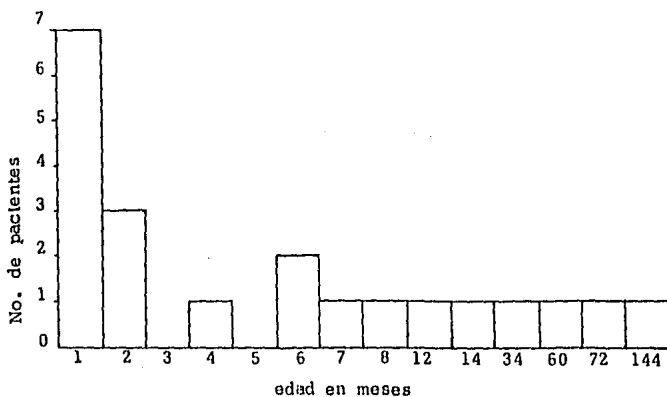


Fig. 1: Número de pacientes distribuidos por grupo de edad.

SEXO: Predomina el sexo masculino, 16 versus 5. En los pacientes que desarrollaron neumonía intrahospitalaria la distribución por sexo fué pareja. La mortalidad fué también mayor para los varones. Ver figura 2.

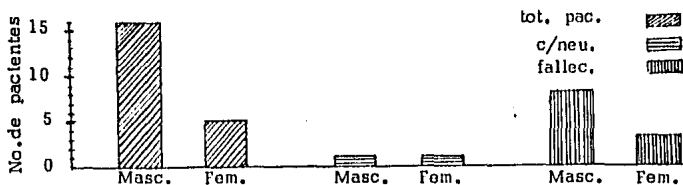


Fig. 2

ESTADO NUTRICIONAL: Encontramos un predominio de eutróficos (12) sobre los desnutridos (9). En la figura se observa la -- distribución de acuerdo a los siguientes grados de desnutrición:- Primer grado: déficit del 10 a 25% del peso ideal- Segundo grado: déficit del 26 a 40% del peso ideal- Tercer grado: déficit mayor del 40%.

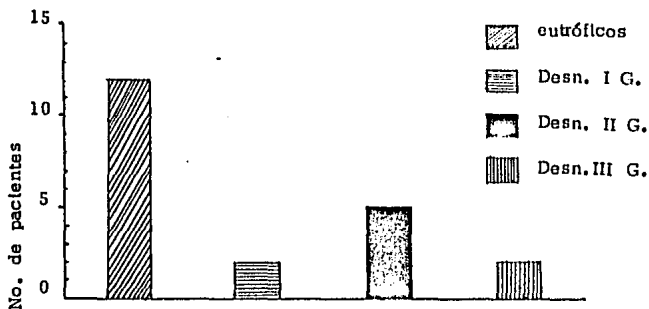


Fig. 3: Número de pacientes de acuerdo al estado nutricional.



**DIAS DE VENTILACION:** La mayor parte de los pacientes --  
manejados con ventilación mecánica fueron extubados en los prime-  
ros cuatro días. En la figura 4 se muestra la distribución de ---  
acuerdo a la duración de la ventilación mecánica. En la tabla 1 -  
se detallan los diagnósticos de los pacientes y los días de venti-  
lación.

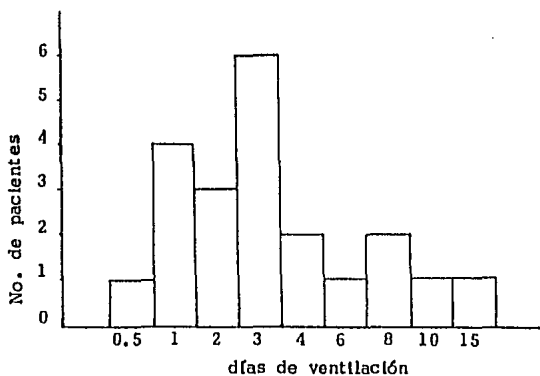


Fig. 4: Se observa el número de pacientes y los días  
manejados con ventilación mecánica.

PACIENTE	DIAGNOSTICO	DIAS DE VENTILACION
1	Apnea de origen central	6
2	Encefalopatía hipóxica Crisis convulsivas Enterocolitis	8
3	Crisis convulsivas	8
4	Insuficiencia renal- Card. cong.	2
5	Anemia hemolítica-Ins. cardiac. Edema agudo de pulmón	0.5
6	P.O. de Blalock Taussig	1
7	Sx hemorrágico-Ins. renal Ag. Septicemia-Hemorragias múltiples	2
8	P.O. de craneotomía	1
9	P.O. de Blalock Taussig	3
10	Probable fístula T-E Anomalía de Pierre Robin	15
11	Intoxicación medicamentosa	2
12	P.O. de cierre de CIV	2
13	P.O. de corrección de DATVP	3
14	P.O. de Blalock Taussig	3
15	Perforación intestinal	10
16	Anemia - PCA	4
17	Perforación intestinal	3
18	Hemorragia intracraneana	4
19	Meningitis bacteriana	3
20	Cardiop. conge.- Insuf. cardiac.	1
21	Colon Tóxico Amebiano	3

Tabla 1: muestra los pacientes con el diagnóstico principal al momento de la intubación

AISLAMIENTO DE GERMENES: Los cultivos obtenidos del ---  
 agua de los reservorios, del circuito de los ventiladores y del -  
 aspirado bronquial mostraron los resultados que se ilustran en la  
 tabla 2.

Días	cultivos								
	Broncoaspiración			Circuitos			Agua de nebul.		
	G(+)	G(-)	Mix.	G(+)	G(-)	Mix.	G(+)	G(-)	Mix.
0	2	4	1	-	2	1	1	1	-
1	6	6	2	-	5	3	1	2	-
2	3	11	1	-	10	1	-	8	1
3	1	10	1	-	7	2	-	7	1
4	-	5	2	-	4	1	-	4	-
6	-	4	1	-	4	1	-	3	-
8	-	4	-	-	4	-	-	3	-
10	-	2	-	-	2	-	-	1	-
15	-	1	-	-	1	-	-	1	-

Tabla 2: Número de pacientes distribuidos de acuerdo al tiempo de uso del ventilador, señalando los cultivos positivos según el tipo de bacterias: cocos Gram positivos bacilos Gram negativos o mixtos.

ESTUDIO RADIOLOGICO: La evolución radiológica de los pa-  
cientes no mostró patología excepto en los tres siguientes casos:  
1- Un lactante menor con diagnóstico de persistencia de conducto-  
arterioso, anemia y gastroenteritis quien presentó atelectasia de  
todo el pulmón izquierdo al segundo día de ventilación mecánica -  
por intubación en bronquio derecho, desapareciendo la atelectasia  
al corregir la posición de la sonda endotraqueal. 2- Un escolar-  
evolucionó con bronconeumonía al sexto día de intubación. El pa-  
ciente egresó del hospital curado de su problema de base y del --  
proceso infeccioso pulmonar. 3- Un paciente de 4 meses con fístu-  
la Traqueoesofágica asociada a la anomalía de Pierre Robin y re-  
traso psicomotor presentó bronconeumonía a los 12 días de ventila-  
ción mecánica, falleciendo 11 días después de iniciado el cuadro-  
por atelectasia masiva, el paciente ya había sido extubado 8 días  
antes.

ALTERACIONES HEMATOLOGICAS: 12 pacientes mostraron en-  
la biometría hemática leucocitosis y neutrofilia, en 6 de ellos -  
no se encontró ningún foco infeccioso; 4 pacientes tuvieron otras  
infecciones y 2 evolucionaron con infección pulmonar.

DISTERMIA: 11 pacientes presentaron elevación térmica-  
en algún momento de su evolución, 6 no mostraron foco infeccioso,  
3 cursaron con infección extrapulmonar y 2 con bronconeumonía. --  
Dos recién nacidos evolucionaron con hipotermia, uno de ellos sin  
infección extrapulmonar.

CONDICION DE SALIDA: De los 21 pacientes manejados con ventilación mecánica, 8 fallecieron conectados al ventilador, 2 fallecieron 8 y 12 días después de haberse extubado y 11 egresaron curados.

## C O M E N T A R I O S

El número de pacientes intubados es bajo por lo que no es muy representativo del universo de enfermos que se benefician con la ventilación mecánica. La gran mayoría de los pacientes intubados y con apoyo ventilatorio están afectados de proceso infeccioso de vías respiratorias bajas, por lo que no pudieron ser incluidos en la muestra.

En nuestros casos la mayoría son recién nacidos o lactantes menores perteneciendo a uno de los extremos de la vida, -- factor que los incluye en el grupo de pacientes de alto riesgo independientemente de la patología que los afecta, siendo también -- más susceptibles a adquirir infecciones intrahospitalarias y con una mortalidad más elevada.

Llama la atención el estado nutricional de los pacientes ya que la mayoría son eutróficos (32), pero hay que señalar -- que los dos pacientes que presentaron neumonía nosocomial eran -- desnutridos de tercer grado, factor que por sí sólo los predispone a la adquisición de infecciones debido a una alteración del -- sistema inmunológico (33).

Coincidiendo con publicaciones previas (20)(21)(22), -- los días de ventilación constituyen un factor muy importante en -- la presentación de neumonía, ya que los dos pacientes infectados--

fueron los que más tiempo permanecieron con apoyo ventilatorio.

El agua del reservorio de los humidificadores fué contaminada en etapa más tardía que el agua de los nebulizadores, pero no se observó diferencia en la presentación de neumonía.

Los 15 pacientes manejados con antibióticos en forma -- profiláctica no presentaron neumonía excepto la niña de 4 meses -- con fístula Traqueoesofágica que evolucionó con bronconeumonía a la muerte (probablemente secundaria a su patología no corregida). De los pacientes que recibieron antibiótico en forma terapéutica -- por su patología, uno presentó bronconeumonía a pesar de recibir -- 3 antibióticos y que los gérmenes aislados (Klebsiella pneumonie y Pseudomona aureuginosa) eran sensibles a uno de ellos (amikacina) por lo que persiste la duda sobre una posible etiología viral asociada. (No se efectuó ningún procedimiento para aislamiento o identificación de virus).

Ninguna recomendación se puede hacer con respecto al -- uso profiláctico de antibióticos, ya que su utilidad no es clara. Es innegable que en estos pacientes se rompen varias barreras de la defensa natural del organismo, pero por otro lado, el uso profiláctico de antibióticos predispone al desarrollo de gérmenes resistentes pudiendo tener una evolución más grave o irreversible.

Observamos que al momento de la intubación varios pa-- cientes mostraron crecimiento bacteriano del aspirado bronquial -- con bacilos Gram negativos y cocos Gram positivos. La contamina-- ción puede ser por capilaridad de las bacterias que viven en las

vías aéreas superiores o que ascienden en forma retrógrada del tracto gastrointestinal. La presencia de gérmenes en el agua de los reservorios, aún antes de usarse, y en el circuito antes de la conexión al paciente nos debe poner alertas. Es innegable que el número no es significativo pero no debería ocurrir. Quizás el agua se contamine por utilizar frascos previamente abiertos que no se conservan estériles y los circuitos por estar almacenados en forma inadecuada.

La frecuencia de cultivos positivos aumenta progresivamente con el paso de los días de uso del ventilador, aún con el cambio diario del equipo, siendo probable sea el propio paciente la fuente de contaminación o bien exista contaminación cruzada por mala práctica de las medidas recomendadas para la prevención de infecciones (1).



## C O N C L U S I O N E S

A pesar de la muestra poco significativa, el 9.5% de -- los pacientes intubados y manejados con ventilación mecánica presentó neumonía nosocomial, lo cual casi coincide con reportes de un 8.4% en un número más representativo de la población de pacientes hospitalizados (21).

Consideramos imprescindible tratar de minimizar la contaminación mejorando la técnica de esterilización de equipos, uso de agua estéril, aspiración de secreciones con métodos asépticos, así como un correcto lavado de manos para evitar la contaminación cruzada.

Cuando las personas que manejan pacientes de alto riesgo observen todas las reglas establecidas por el Centro de Control de Infecciones, podremos decir que la aparición de neumonía nosocomial es inherente al propio paciente, por su grave estado, su patología y/o por otros factores que los hacen más suscepti---bles.

Finalmente si se observan estas reglas, los procedimientos utilizados en la Terapia Respiratoria contribuyen a disminuir el riesgo de infección y ofrecen un beneficio inobjetable al paciente.

B I B L I O G R A F I A

- 1- Simmons BP, Wong ES: Guideline for prevention of nosocomial pneumonia. *Respiratory Care* 28:221- 232, 1983.
- 2- Shapiro BA, Harrison RA, Trout CA: Aplicaciones clínicas de - la terapéutica respiratoria. Enfermedades restrictivas agudas Editado por la Prensa Médica Mexicana, 1983:389
- 3- Mac Donnell KF, Segal MS: Asistencia respiratoria. Microbiología: Epidemiología, diagnóstico y terapéutica aplicados a la- Terapia Respiratoria. Salvat editores, Barcelona 1980:181
- 4- Luce JM: Clinical Risk factors for Postoperative Pulmonary Complicatio. *Resouratory Care* 29:484-490, 1984
- 5- Johanson WG: Infectios Complications of Respiratory Therapy. *Respiratory Care* 27:445-452, 1982
- 6- Kelsen SG, Mc Guckin M: The role of airborne bacteria in the contamination of fine particle nebulizers in the development of nosocomial pneumonie. *Ann NY Acad Sci* 353:218-229, 1980
- 7- Johanson WG, Woods DE, Chaudhuri T: Association of respiratory tract colonization with adherence of Gram negative bacilli to epithelial cells. *J Infect Dis* 139:667-673, 1979
- 8- Woods DE, Straus DC, Johanson WG, Bass JA: Role of salivary proteasa activity in adherence of Gram negative bacilli to mammalian bucal epithelial cells in vivo. *J. Clin Invest* 68: 1435-1440, 1981
- 9- Cannon PR, Walsh TE: Studies on the fate of living bacteria introduced in the upper respiratory tract of normal and intranasally vaccinated rabbitis. *J Immunol* 32:49-62, 1937
- 10- Huxley EJ, Viroslau J, Gray WR, Pierce AK: Faringeal aspiration in patients with tracheostomies. *Am J Med* 64:564-568, 1978
- 11- Cameron JL, Reynolds J, Zuidemo GD: Aspiration in patients with tracheostomyes. *Surg Gynecol Obstet* 136:68-70, 1973
- 12- Pierce AK, Reynolds RC, Harris DG: Leucotyctic response to inhaled bacteria. *Am Rev Resp Dis* 116: 679-684, 1977
- 13- Huber GL, Johanson WG, La Force FM: Respiratory defense mechanisms. Experimental model and pulmonary antimicrobial defenses. New York: Marcel Dikkis Inc. 1977, 979

- 14- Green LH, Green GM; Differential suppression of pulmonary antibacterial activity as the mechanism of selection of a pathogen in mixed bacterial infection of the lung. *Am Rev Resp Dis* 98:819-824, 1968
- 15- Sanford JP, Pierce AK: Hospital Infections. Lower respiratory tract infections. Brounfaud Company. Boston 1979:255-86
- 16- Valente WM, Hall CB, Douglas RG, Manegus MA, Pincus PH: Nosocomial viral infection. I. Epidemiology and significance *IC Infect Control* 1:33-7, 1981
- 17- Collins VJ: Anestesiología. Oxígeno y efectos de la hipoxia. Interamericana. México, 1983, 799
- 18- Burton GG: Respiratory Care. Manufacture, Storage and Transport of medical gases. JB Lippincott Company. Philadelphia 1984:337
- 19- Shapiro BA, Harrison RA, Trout CA: Aplicaciones clínicas de la terapéutica respiratoria. Terapéutica por humedad y aerosoles. La Prensa Médica Mexicana. México, 1983;179
- 20- Reinarz JA, Pierce AK, Mays BA, Sanford JP: The potencial role of inhalation therapy equipment in nosocomial pulmonary infection. *J Clin Invest* 44:831-839, 1965
- 21- Cross AS, Roup B; Role of respiratory assistences divices in endemic nosocomial pneumonia. *Am J Med* 78:681-685, 1981
- 22- Larcou SC, Yan KJ, Diener CF: The relation ship between frequency of ventilator circuit changes and infections hazard. *Am Rev Respir Dis* 118:493-496, 1978
- 23- Arnow PM, Chout, Weil D, Shapiro EN, Kretzschmar C: Nosocomial Legionaries's diseases causade by acrolized tap water from respiratory divices. *J Infect Dis* 146:460-467, 1982
- 24- Bancroff ML, Du Moulin GC: Reevaluating the role of respiratory care equipment and practice in the prevention of nosocomial pneumonia. *Respiratory care* 28:165-168, 1983
- 25- Craven DE, Connolley MG, Lichlemborg DA, Primeru PJ: Contamination of mecanical ventilators with tubing changes every 24 or 48 hours. *N. Englan J Med* 306: 1505-1509, 1982
- 26- Christopher KL, Saralolatz LD, Bush TL: The potencial role of respiratory equipment incross infection. *Am Rev Resp dis* 128: 171-275. 1983
- 27- Sanders CV, Luby JP, Johanson WG: Serratia Marcescens infection from inhalation therapy medications: Nosocomial outbreak *Ann Int Med* 73:15-21, 1973

- 28- Ringrose RP, Mc Koum B, Felton FG: A hospital outbreak of *Serratia marcescens* associated with ultrasonic nebulizers. *ANN Inter Med* 69:719-729, 1968
- 29- Cunha BA, Klimek JJ, Gracewski: A common source outbreak of *Acinobacter* pulmonary infections traced to Wright respirometers. *Post Grad Med J* 56: 169-172, 1980
- 30- Sackner MA, Hirsh J, Epstein S: Effect of cuffed endotracheal tubes on tracheal mucous velocity. *Chest* 68:774-777, 1975
- 31- Cammer P, Strandberg K, Phillipson K: Increased mucociliary transport by adrenergic stimulation. *Arch Envir Health* 31: 79-82, 1976
- 32- Valenzuela R, Luengas J, Marquet L: Manual de Pediatría Desnutrición: Kwashiorkor, Marasmo. Novena edición. México; 1975, 233
- 33- Nelson WE, Vaughan VC, Mac Kay RS: Tratado de Pediatría Trastornos de la nutrición. Salvat Editores, séptima edición. Barcelona, 1980: 187