



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

*“VENTILACIÓN MECÁNICA PARA
ENFERMERÍA”*

TESINA

*PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADA EN ENFERMERÍA*

PRESENTA

ARACELI SILVESTRE REYES

ASESOR DE TESINA

MARIO ROMERO OJEDA



LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.



TESINA

*“VENTILACIÓN MECÁNICA
PARA ENFERMERÍA”*

Índice General

I. Introducción.....	8
II. Justificación.....	9
III. Objetivos	10
IV. Contenido.....	11
Capítulo 1. Anatomía y fisiología de la respiración.....	11
1.1 Respiración pulmonar.....	12
1.1.1 Centro respiratorio.....	13
1.2 Mecánica de la respiración.....	14
1.2.1 Cavity torácica.....	14
1.2.2 Músculos de la respiración	16
1.2.2.1 Diafragma.....	17
1.2.2.2 Músculos intercostales	18
1.2.2.3 Músculos accesorios	20
1.2.3 Ley de Boyle.....	21
1.2.4 Inspiración	22
1.2.5 Exhalación.....	22
1.3 Volúmenes y capacidades pulmonares.....	24
1.3.1 Volúmenes pulmonares.....	24
1.3.1.1 Volumen corriente (V_c).....	24
1.3.1.2 Volumen minuto (V_{min})	24
1.3.1.3 Volumen de reserva inspiratoria (VRI).....	25
1.3.1.4 Volumen de reserva exhalatoria (VRE)	25
1.3.1.5 Volumen residual (VR)	25
1.3.2 Capacidades pulmonares.....	26
1.3.2.1 Capacidad inspiratoria (CI).....	26
1.3.2.2 Capacidad residual funcional (CRF).....	26
1.3.2.3 Capacidad vital (CV).....	26
1.3.2.4 Capacidad pulmonar total (CPT)	27

1.4 Compliance pulmonar y alveolar	29
1.4.1 Presión pleural	29
1.4.2 Presión alveolar.....	30
1.4.3 Presión transpulmonar	30
1.4.4 Fuerzas elásticas del tejido pulmonar	31
1.4.5 Fuerzas elásticas del alveolo	32
1.4.5.1 Tensión superficial alveolar	32
1.4.5.2 Surfactante	33
1.5 Trabajo respiratorio	34
1.5.1 Espacio muerto	34
1.5.2 Espacio muerto anatómico.....	34
1.5.3 Espacio muerto fisiológico.....	35
1.6 Intercambio gaseoso pulmonar	36
1.6.1 Composición del aire inspirado	36
1.6.2 Presiones alveolares	37
1.6.2.1 Ley de Dalton	37
1.6.2.2 Presión parcial.....	37
1.6.2.3 Presión total.....	37
1.6.2.4 Ley de Henry	38
1.7 Circulación pulmonar.....	41
1.7.1 El proceso de circulación pulmonar.....	42
1.8 Intercambio de oxígeno y dióxido de carbono de la sangre hacia las células de los tejidos	44
1.8.1 Relación hemoglobina-oxígeno	45
1.8.1.1 Curva de disociación de la hemoglobina	48
1.8.1.2 Factores que afectan la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno.....	51
1.8.2 Transporte de oxígeno	54
1.8.3 Transporte de dióxido de carbono.....	56

Capítulo 2. Ventilación mecánica	58
2.1 Tipos de ventilación mecánica	59
2.1.1 Ventilación mecánica no invasiva (VMNI)	59
2.1.1.1 Indicaciones.....	59
2.1.1.2 Contraindicaciones	59
2.1.2 Ventilación mecánica invasiva.....	61
2.1.2.1 Indicaciones.....	61
2.2 Conceptos básicos de la ventilación mecánica	62
2.2.1 Presión.....	62
2.2.1.1 gradiente de presión.....	62
2.2.2 Volumen.....	62
2.2.3 Flujo	62
2.2.4 Resistencia	62
2.3 Funcionamiento del ventilador mecánico	63
2.4 Ciclo ventilatorio	64
2.4.1 Clasificación por el tipo de ciclado.....	64
2.4.1.1 Ciclado por presión.....	64
2.4.1.2 Ciclado por volumen	64
2.4.1.3 Ciclado por tiempo	65
2.4.1.4 Ciclado por flujo	65
2.5 Fases en el ciclo ventilatorio	66
2.5.1 Insuflación	66
2.5.2 Meseta.....	66
2.5.3 Deflación	66
2.6 Modos ventilatorios	68
2.6.1 Ventilación controlada (CMV).....	69
2.6.2 Ventilación asistida.....	70
2.6.3 Ventilación asistida-controlada (VMa/C).....	71
2.6.4 Ventilación mandatoria intermitente (IMV).....	72
2.6.5 Ventilación mandatoria intermitente sincronizada (SIMV)	73

2.7	Parámetro de programación.....	74
2.7.1	Modo de ventilación.....	74
2.7.2	Frecuencia respiratoria (FR).....	74
2.7.3	Volumen corriente o tidal (V_t)	75
2.7.4	Presión inspiratoria máxima (PIM).....	75
2.7.5	Fracción inspirada de oxígeno (FiO_2)	76
2.7.6	Suspiro	76
2.7.7	Tiempo de plateau (pausa inspiratoria o meseta)	76
2.7.8	Presión al final de la espiración (PEEP)	77
2.7.9	Tasa de flujo	78
2.7.10	Forma de onda	79
2.7.11	Sensibilidad (trigger).....	80
2.7.12	Alarmas	81
2.8	Componentes del ventilador mecánico	85
2.8.1	Descripción y accesorios de la parte posterior	85
2.8.2	Descripción y accesorios de la parte frontal	89
Capítulo 3.	Intervenciones de enfermería en la ventilación mecánica.....	110
3.1	Intervenciones independientes e interdependientes	111
3.2	Métodos de monitorización de la ventilación mecánica.....	152
3.3.1	Gasometría arterial (GSA).....	152
3.3.2	Oximetría de pulso	155
Capítulo 4.	Complicaciones más frecuentes de la ventilación mecánica	158
4.1	Neumonía asociada a la ventilación mecánica (NAVIM).....	159
4.2	Barotrauma.....	160
V.	Conclusión	161
VI.	Sugerencias	162
VII.	Glosario.....	163

I. Introducción

La ventilación mecánica es el procedimiento de respiración artificial temporal que emplea un aparato mecánico para ayudar o sustituir la función ventilatoria inspiratoria del paciente en estado crítico este considerado como aquella persona la cual sus funciones vitales se encuentran gravemente alteradas, determinando un inminente peligro de muerte.

La función respiratoria es el proceso automático e involuntario que proporciona oxígeno (O_2) a los tejidos y retira dióxido de carbono (CO_2) como producto de desecho de los procesos metabólicos de la célula. (Guyton A. & Hall J. 2011), para lograr dicho objetivo la función respiratoria está constituida por diferentes fases, entre las cuales se encuentra la ventilación pulmonar considerada la primera fase la cual consiste en la entrada y salida de aire, cuando un proceso de enfermedad o traumatismo altera esta función las fases siguientes del proceso respiratorio se ven alteradas evitando que la difusión, perfusión y respiración celular se lleven a cabo de manera adecuada trayendo un desequilibrio en primera instancia en la función respiratoria pero que alterara de forma inminente los demás procesos de homeostasis en el paciente.

Por lo dicho anteriormente en el presente trabajo se identifican los aspectos anatómicos y fisiológicos de la respiración en una persona sana ya que nos permitirá comparar la necesidad e indicaciones de un paciente ante la ventilación mecánica además de identificar los conceptos básicos para su mejor comprensión. En cuanto al ventilador mecánico se describen los componentes del mismo y los principales parámetros de programación resaltando que dichos serán individualizados dependiendo de las necesidades y respuesta que el paciente tenga de acuerdo al proceso de enfermedad, traumatismo o por procedimiento quirúrgico que este cursando.

Al tener una base de conocimientos cimentada el personal de enfermería será capaz de realizar intervenciones independientes e interdependientes con la finalidad de evitar complicaciones asociadas a la ventilación mecánica y en busca de la restitución ventilatoria.

II. Justificación

La atención hospitalaria en los diferentes servicios tales como urgencias, medicina interna, quirófano y unidad de cuidados intensivos nos da un panorama del incremento de pacientes en estado crítico con apoyo ventilatorio que por algún proceso de enfermedad, traumatismo o procedimiento quirúrgico ha alterado la función más básica e importante del aparato respiratorio “la ventilación pulmonar”, por lo cual es necesario la colocación de un respirador artificial quien será el encargado de cubrir dicha función hasta la reversión total o parcial de la causa que originó la disfunción respiratoria, el tiempo de permanencia de la ventilación mecánica puede tener variación pudiendo ser de unas pocas horas (en el caso de una cirugía), semanas, meses o inclusive años.

Muchas veces se considera el manejo del ventilador mecánico como parte exclusiva del personal de inhaloterapia y del médico, limitando de alguna manera la interacción necesaria por parte del personal de enfermería, idea errónea que muchos podrían tener, aunque es indispensable recalcar que la atención a este tipo de pacientes se le considera un tipo de atención especializada por lo cual es fundamental tener bases científicas ante cualquier intervención que se le realice al paciente, al igual que la colaboración interdisciplinaria con personal de inhaloterapia y con el médico para las modificaciones al ventilador mecánico de acuerdo a la evolución del paciente.

Es por ello el surgimiento de la presente tesina “Ventilación mecánica para enfermería” la cual está enfocada en la atención especializada al paciente en estado crítico con apoyo ventilatorio por parte del personal de enfermería y del estudiantes de la licenciatura en enfermería al realizar sus prácticas hospitalarias durante su formación, pues es indispensable estar preparados para cuidar adecuadamente los aspectos asistenciales cotidianos relacionados con el respirador, cada intervención independiente e interdependiente que se realice al paciente tiene que estar justificada científicamente para contribuir a la mejora de salud del mismo.

El continuo conocimiento adquirido sobre la ventilación mecánica ayuda a fomentar la comprensión de los problemas que se pudiesen presentar permitiendo al personal y estudiante de la licenciatura en enfermería encontrar respuestas con rapidez a preguntas difíciles y así proporcionar una calidad de atención teniendo en claro la responsabilidad ante la salud del paciente.

III. Objetivos

Objetivo general:

- ❖ Proporcionar al personal que ejerce la profesión y estudiantes de la licenciatura en enfermería un panorama de los aspectos esenciales de la ventilación mecánica y el manejo al paciente sometido a este procedimiento para que pueda brindar los cuidados específicos al mismo y poder contribuir al restablecimiento de la salud.

Objetivos particulares:

- ❖ Revisar los aspectos fundamentales de la anatomía y fisiología de la respiración.
- ❖ Proporcionar los conceptos principales de la ventilación mecánica.
- ❖ Dar a conocer los componentes de un ventilador mecánico.
- ❖ Describir las intervenciones de enfermería necesarias en los pacientes que requieren ventilación mecánica.

Capítulo 1.

Anatomía y fisiología de la respiración



CAPÍTULO 1. ANATOMIA Y FISIOLÓGÍA DE LA RESPIRACIÓN

1.1 RESPIRACIÓN PULMONAR

Proceso automático e involuntario que proporciona oxígeno (O_2) a los tejidos y retira dióxido de carbono (CO_2) como producto de desecho de los procesos metabólicos de la célula. (Guyton A. & Hall J. 2011)

La respiración pulmonar se lleva a cabo por medio de 4 fases:

1. Ventilación pulmonar: Flujo de entrada y salida del aire entre la atmósfera y los alveolos de los pulmones
2. Difusión de O_2 y CO_2 entre los alveolos y la sangre venosa que se difunden desde los capilares hasta los alveolos pulmonares.
3. Transporte de O_2 y CO_2 en la sangre y los líquidos corporales hacia las células de los tejidos y desde los mismos.
4. Respiración celular.

Fig. 1
Fases de la respiración

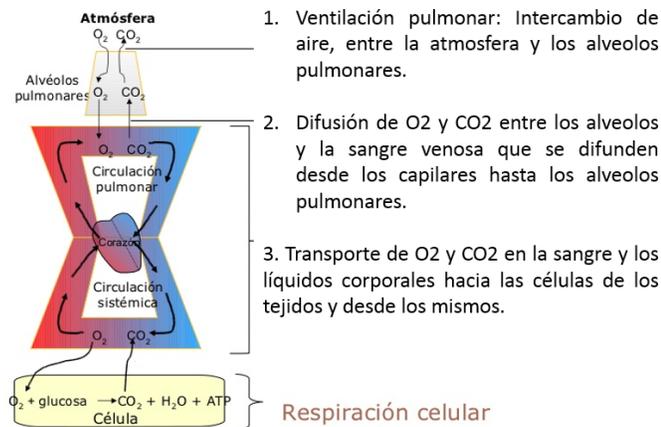


Fig. 1 Se muestran las 4 etapas de la respiración pulmonar: la ventilación pulmonar, difusión, transporte de O_2 y CO_2 de la sangre hacia las células de los tejidos corporales y viceversa por último la respiración celular.

Duarte A. (2011). Anatomía y fisiología del aparato respiratorio. Consultado: Diciembre 2016. Disponible en:
<https://es.slideshare.net/bLaCkTeArS01/anatoma-y-fisiologa-del-aparato-respiratorio>

1.1.1 Centro respiratorio

El centro respiratorio se localiza en la medula oblongada zona sensible a las concentraciones de dióxido de carbono (CO_2).

“Las estructuras pulmonares están inervadas por ramas del sistema nervioso simpático y parasimpático. Cuando aumenta el CO_2 en el torrente sanguíneo, el centro respiratorio incrementa la frecuencia respiratoria: trata de favorecer la renovación de aire, o sea, expulsar el CO_2 y adquirir más O_2 . En reposo, los pulmones ventilan unos 6 litros de aire por minuto, pero en un esfuerzo sostenido llega a movilizar 60 litro de aire o más” (Clemente JF. 2014).

Fig. 2
Medula oblongada

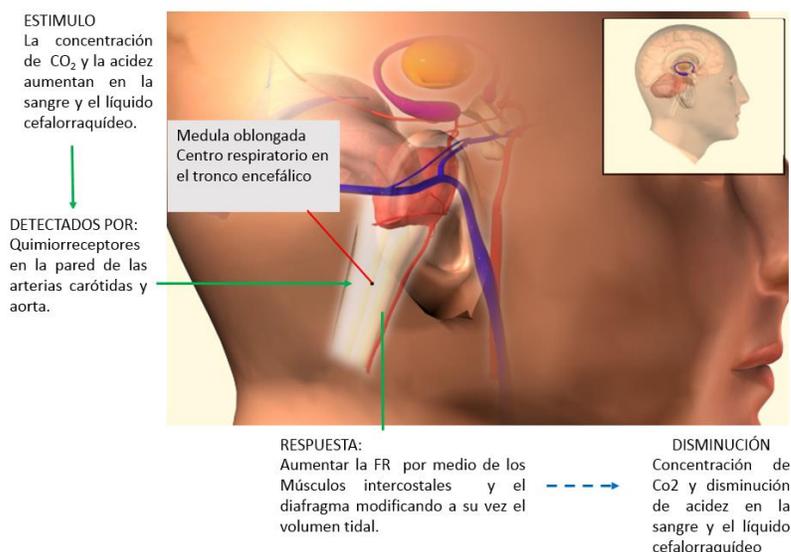


Fig. 2 El estímulo de alta concentración de CO_2 y pH bajo en sangre es detectado por quimiorreceptores ubicados en la pared de las arterias aorta y carótida, en respuesta la medula oblongada realizara una modificación en el patrón respiratorio buscando el descenso del CO_2 y regulación del pH.

Clandinin T. & Masiello I. (2017). *Visual perspectives*. Consultado: Enero 2017. Disponible en: <http://cnsvp.stanford.edu/index.html>

Clemente JF. (2014). Ventilación mecánica, Guía práctica para enfermería. Consultado: Enero 2017. Disponible en: www.enfermeriarespira.es/about/fisiologia-del-aparato-respiratorio

1.2 MECÁNICA DE LA RESPIRACIÓN

Comprende una serie de movimientos que se producen en el tórax, destinado a permitir la entrada y salida de aire de los pulmones, las estructuras que participan en este proceso son:

1. Cavidad torácica
2. Músculos respiratorios
 - ❖ Diafragma torácico
 - ❖ Músculos intercostales
 - ❖ Músculos Accesorios

1.2.1 Cavidad torácica

- Estructura que tiende a la ampliación y en consecuencia, el aumento del volumen (Mezquita C. 2011).
- Contiene al corazón los vasos sanguíneos de gran calibre, la tráquea, el esófago, el timo y los pulmones derecho e izquierdo.
- Los músculos intercostales ayudan al movimiento de la caja torácica.

Fig. 3
Cavidad Torácica

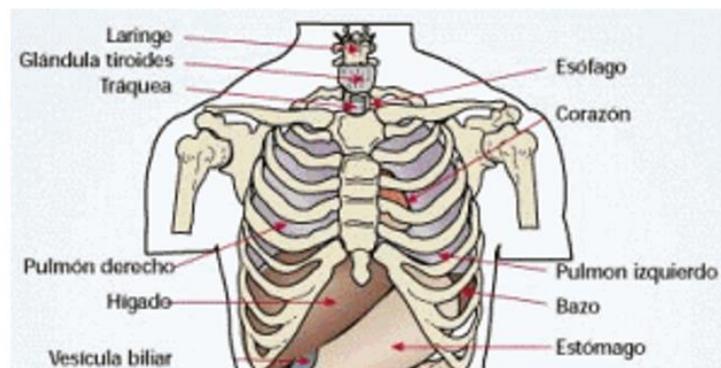


Fig. 3 La caja torácica contiene órganos vitales como el corazón los vasos sanguíneos de gran calibre, la tráquea, el esófago, el timo y pulmones derecho e izquierdo.

Bligoo marisma (2016). *Nuestro esqueleto*. Consultado: Diciembre 2016. Disponible en: <http://marisma.bligoo.com/nuestro-esqueleto#.WAVZaOXhDcc>

Los pulmones:

- Son 2 estructuras elásticas situados en la cavidad torácica separados por el corazón y otros órganos adyacentes Fig. 3
- Ubicación: Desde el diafragma hasta ligeramente por encima de las clavículas, se apoya de las costillas.

Pleuras:

- La pleura es una membrana serosa que recubre el parénquima pulmonar y el interior de la cavidad torácica, existen 2 pleuras.
 1. Pleura visceral cubre los pulmones
 2. Pleura parietal reviste la cavidad torácica (Mezquita C. 2011).
- Entre ambas se encuentra líquido pleural que lubrica el movimiento de los pulmones en el interior de la cavidad, cualquier rozamiento entre pleuras causa irritación y puede ocasionar una respiración dolosa. (Glover D.1978).
- Las 2 pleuras mantienen de cierta manera un espacio cerrado en donde se encuentra el líquido intrapleural el cual está en aspiración continua por parte de los conductos linfáticos manteniendo una presión negativa lo que contribuye a evitar el colapso pulmonar.

Fig. 4
División pleural

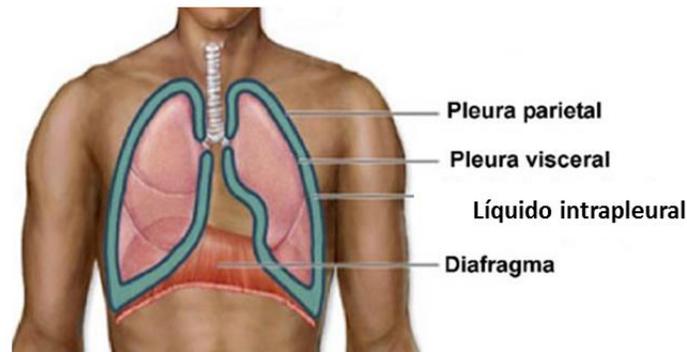


Fig. 4 La pleura visceral cubre los pulmones y la pleural parietal cubre la cavidad torácica, entre ambas estructuras se encuentra el líquido intrapleural reabsorbiéndose constantemente y generando una presión negativa lo que ayuda a mantener los pulmones expandidos.

DOE Artículo técnico (2016). *Qué son las pleuras*. Consultado: Enero 2017. Disponible en:
<http://www.youbioit.com/es/articulo/23496/que-son-las-pleuras>

Mezquita C. (2011). *Fisiología médica del razonamiento fisiológico al razonamiento clínico*. Madrid España: Editorial Médica Panamericana p.128

Glover D. (1978). *Terapéutica Respiratoria manual para profesionales de la salud*. DF México. p. 22

1.2.2 Músculos de la respiración

Los músculos respiratorios permiten el movimiento de la caja torácica para que se realice el proceso de inspiración (entrada de aire) y exhalación (salida del aire) debido a la contracción y relajación muscular. fig. 3.

Fig. 5
Músculos respiratorios

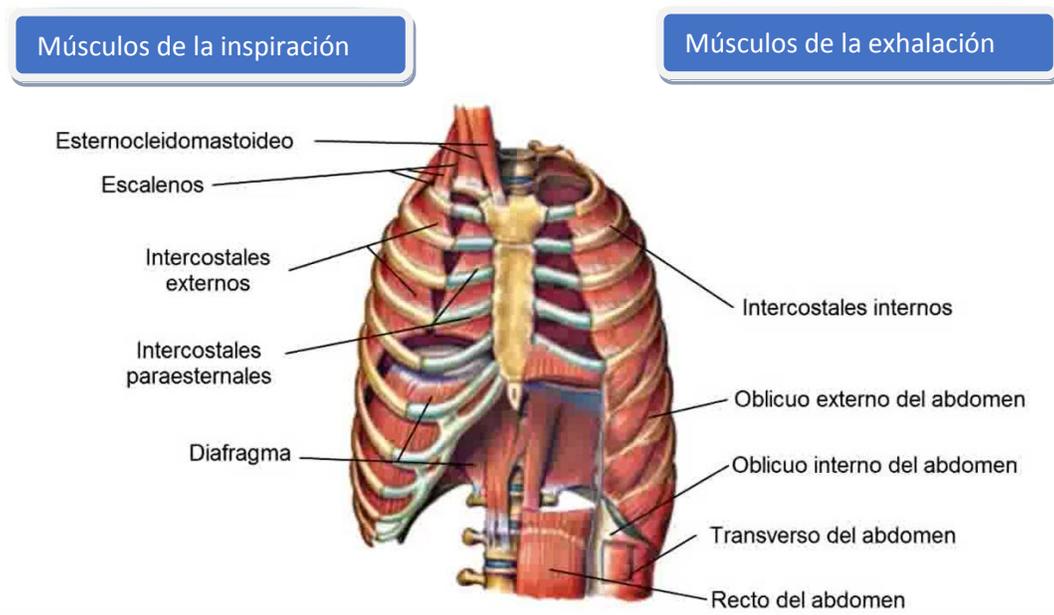


Fig.5 Cada uno de los músculos que se muestran en la imagen participa en el proceso inspiratorio-exhalación, algunos con mayor impacto como lo son el diafragma, músculos intercostales externos, músculos intercostales internos y los músculos abdominales; los músculos que son utilizados en la inspiración y exhalación forzada se consideran accesorios debido a su impacto pues solo se utilizarán si se activa uno de estos dos mecanismos como lo son el músculo esternocleidomastoideo, escalenos, oblicuo externo e interno, transverso y recto del abdomen.

Alessandri M. (2016). *Músculos intercostales*. Consultado: Enero 2017. Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=yUmhpJubiuk>

1.2.2.1 Diafragma

Es un músculo con forma de cúpula dividido en 2 mitades cada una innervada por los nervios frénicos (derecha e izquierda); separa la cavidad torácica de la cavidad abdominal (Glover D. 1978).

Durante la inspiración:

- ❖ El diafragma realiza un movimiento descendente (tira hacia abajo) de la superficie inferior de los pulmones aumentando el volumen y disminuyendo la presión torácica.

Durante la exhalación:

- ❖ El diafragma simplemente se relaja, los pulmones tienen un retroceso elástico junto con la pared torácica aumentando la presión debido a la disminución del volumen torácico.

Fig. 6
Diafragma

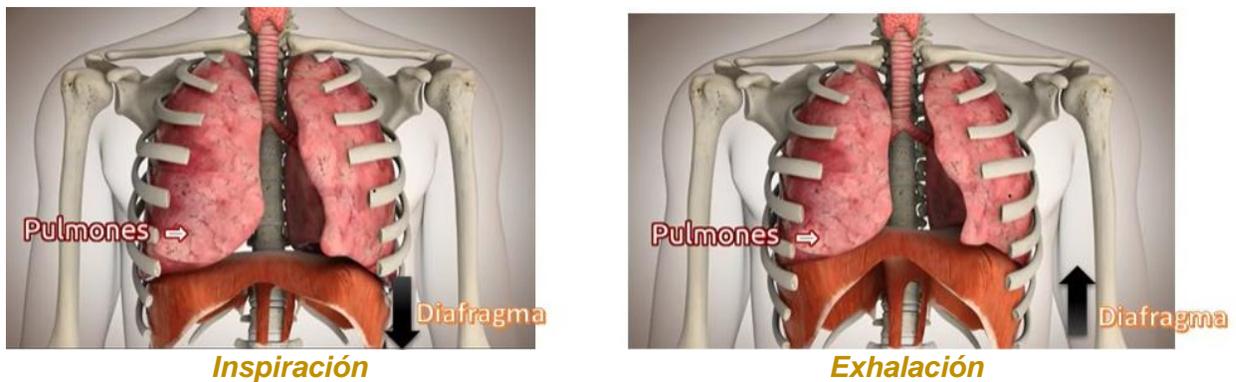


Fig.6 Durante la inspiración el diafragma se relaja retrocediendo hacia abajo aumentando el volumen y disminuyendo la presión caso contrario a la exhalación pues en esta el diafragma asciendo aumentado la presión por la disminución del volumen.

Mejor con salud (2016). *El funcionamiento del sistema respiratorio*. Consultado: Enero 2017. Disponible en:

https://www.youtube.com/watch?v=CEmcS_FPu2k

1.2.2.2 Músculos intercostales

Son músculos cortos que ocupan espacio entre una costilla y otra, existen 3 tipos de músculos intercostales:

1. Músculos intercostales externos
2. Músculos intercostales medios
3. Músculos intercostales internos

Difieren en el sentido de sus fibras musculares y por lo tanto en el movimiento que produce su contracción (Alessandri M. 2016).

Fig. 7
Músculos intercostales

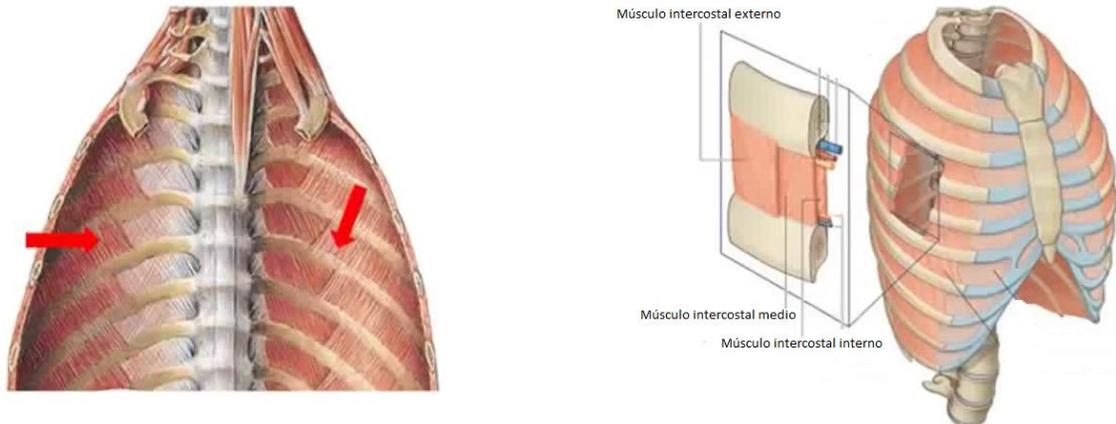


Fig. 7 La figura de lado izquierdo señala los músculos haciendo referencia a su nombre inter (entre) costal (costilla), cada uno de ellos entre una y otra costilla; la figura de lado derecho muestra la ubicación de cada uno de los músculos intercostales (externo, medio e interno)

Alessandri M. (2016). *Músculos intercostales*. Consultado: Enero 2017. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=yUmhpJubiuk>

Músculos intercostales externos:

Participan en la inspiración contribuyendo al movimiento de la caja torácica, para que este proceso se lleve a cabo es necesario disminuir la presión torácica:

Estos músculos siguen un trayecto oblicuo hacia abajo y adelante, al contraerse elevan las costillas lo que hace que aumente la parte anterior, posterior y lateral de la cavidad torácica.

- ❖ En otras palabras aumentan el volumen torácico y consigo disminuye la presión.
- ❖ Al contraerse se inspira 25% de aire.

Músculos intercostales internos:

Participan en la espiración aumentando la presión torácica:

Estos músculos se dirigen oblicuamente abajo y atrás al contraerse las costillas descenden y aproximan entre sí disminuyendo el volumen torácico (Glover D. 1978).

Fig. 8
Músculos inspiratorios y exhalatorios

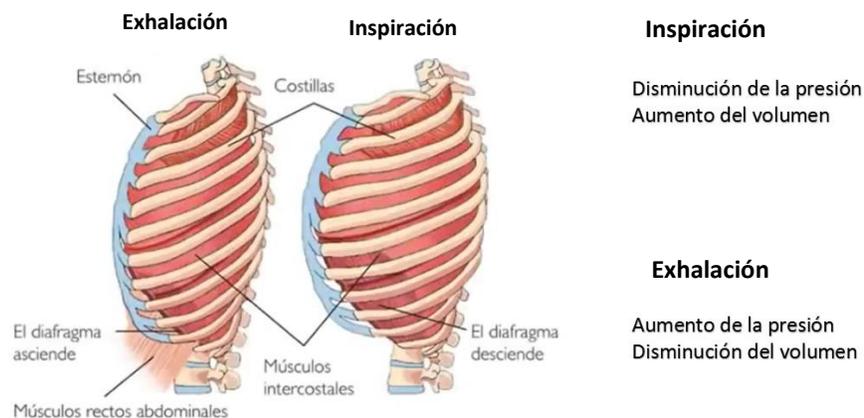


Fig. 8 Los músculos que participan en la inspiración son el diafragma, músculos intercostales externos al contraerse aumenta el volumen lo que disminuirá la presión. Cuando el diafragma asciende y los músculos intercostales internos se contraen limitan el volumen aumentando la presión lo que trae como consecuente la exhalación

Alessandri M. (2016). *Músculos intercostales*. Consultado: Enero 2017. Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=yUmhpJubiuk>

1.2.2.3 Músculos respiratorios accesorios

Inspiración forzada

Mecanismo de respiración donde se busca un aumento adicional de volumen disminuyendo aún más la presión, se debe a la contracción de los músculos:

- ❖ Esternocleidomastoideo
- ❖ Escaleno

Exhalación Forzada:

Mecanismo de respiración exhalatorio adicional, los músculos abdominales se contraen descendiendo las costillas y haciendo presión sobre las vísceras abdominales. Esta acción voluntaria produce un aumento de la presión abdominal y eleva el diafragma comprimiendo los pulmones dándose la exhalación (FisioBlogMedico 2016)

- ❖ Oblicuo externo abdominal
- ❖ Oblicuo externo interno
- ❖ Transverso abdominal
- ❖ Recto del abdominal.

1.2.3 Ley de Boyle

En el proceso de inspiración y exhalación la presión y el volumen juegan un papel importante por lo tanto hay que hacer referencia la ley de Boyle que menciona “La presión de un gas en un compartimento es inversamente proporcional al volumen del recipiente”.

Un ejemplo: Un recipiente de cierto volumen (tamaño) tiene una presión de aire y lo hacemos más grande el resultado será que la presión disminuirá pues sus moléculas tienen más espacio, al contrario si el volumen (tamaño) del recipiente disminuyera entonces la presión de las moléculas de ese gas aumentaría en las paredes del recipiente debido a que no tienen suficiente espacio *Fig. 9*.

Lo mismo pasa con los pulmones:

- ❖ A mayor volumen menor presión
- ❖ A menor volumen mayor presión

Fig. 9
Ley de Boyle

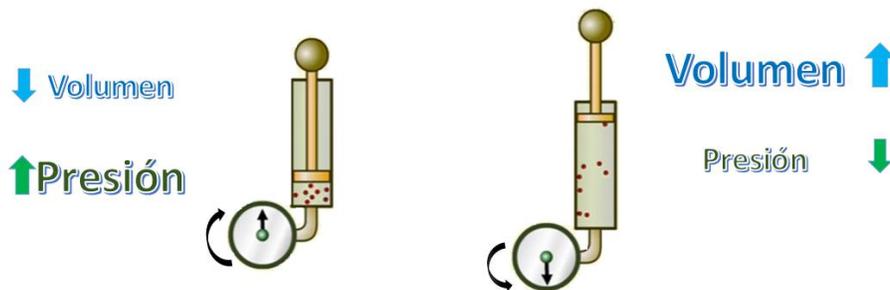


Fig. 9 Se muestran 2 recipientes cada uno con una manómetro; en el recipiente de la izquierda las partículas están en un lugar limitado lo que trae como consecuencia un aumento de la presión al tener menor volumen por el contrario en el recipiente de la derecha el volumen es mayor, lo que hace que la partículas tengan mayor espacio y consigo exista menor presión.

Hatch K. (2016). *Química: Ley de Boyle (relación entre presión y volumen)*. Consultado: Enero 2017. Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=vq3-tk1xDo0>

1.2.4 Inspiración

Se considera un proceso activo donde el flujo de aire pasa de la atmósfera hacia adentro de los pulmones, lograda por la diferencia de presiones debido a la contracción de los músculos respiratorios

Puntos clave:

- ❖ En reposo y antes de la inspiración la presión intrapulmonar y atmosférica es la misma.
- ❖ El gradiente de presión siempre va de mayor a menor.
- ❖ La presión atmosférica es de 760 mmHg (1 atmósfera) a nivel del mar.
- ❖ Valor de la presión intrapulmonar 757 mmHg, esta será menor a la presión atmosférica para que exista un gradiente de presión.

1.2.5 Exhalación

Proceso pasivo en donde los músculos que tuvieron contracción como el diafragma y los músculos intercostales se relajan además las costillas descienden, haciendo que en conjunto el volumen pulmonar sea menor y la presión haya aumentado en el alveolo a 763 mmHg recordando que la presión atmosférica es 760 mmHg, como resultado se produce la exhalación. Fig. 10 (Erickson B. & Tortora G. 2008)

Fig. 10
Presiones pulmonares durante la inspiración y exhalación

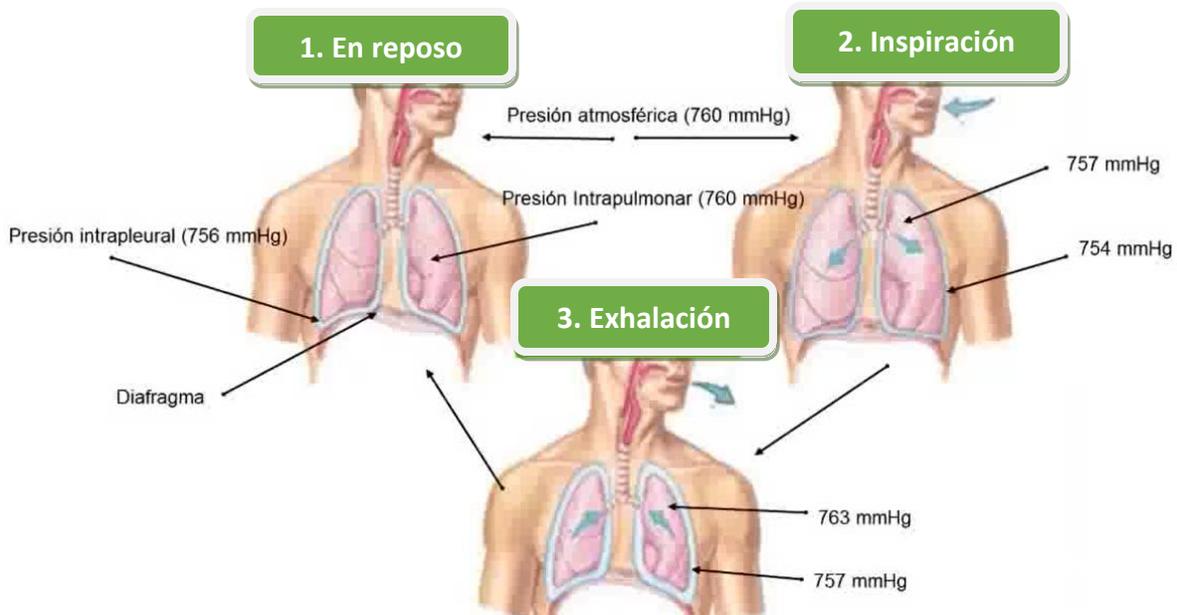


Fig. 10 Antes de la inspiración la presión de los pulmones es igual a la atmosférica pero cuando inicia el proceso de inspiración el diafragma y los músculos intercostales externos se contraen por lo tanto existe mayor volumen y la presión intrapulmonar disminuye a 757 mmHg al ser mayor la presión atmosférica el flujo de aire entra a los pulmones y se da la inspiración, lo contrario a la exhalación pues los músculos se relajan haciendo descender las costillas disminuyendo el espacio que los pulmones tenían para expandirse por consiguiente el aumento de la presión intrapulmonar lo que produce la exhalación. La presión intrapleural siempre es menor a la presión intrapulmonar la diferencia entre ambas hace que los pulmones se mantenga de cierta manera pegados a la cavidad torácica.

FisioBlogMedico (2016). *Fisiología del sistema respiratorio*. Consultado: Enero 2017. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=t7vg92VaTwk>

1.3 VOLÚMENES Y CAPACIDADES PULMONARES

1.3.1 Volúmenes pulmonares

Un volumen pulmonar es igual a la cantidad de aire que entra y sale de los pulmones. Cuando se suman los volúmenes pulmonares se obtiene la máxima capacidad de expansión pulmonar.

1.3.1.1 Volumen corriente (V_c)

Cantidad de aire que se inspira y exhala en cada movimiento respiratorio (ventilación pulmonar) en un adulto sano son 500 ml de aire (Mezquita C. 2011).

$$\text{Volumen corriente (Vc)}=500 \text{ ml}$$

1.3.1.2 Volumen minuto (V_{min})

Cantidad de aire inspirado y exhalado resultado de la multiplicación del volumen corriente por el número de respiraciones en un minuto

$$\begin{aligned} \text{Volumen minuto (Vmin)} &= \text{Núm. De respiraciones en un minuto} * V_c \\ V_{min} &= 12 \times 500 = 6 \text{ litros por minuto} \end{aligned}$$

Un ciclo respiratorio consta de inspiración-exhalación, la frecuencia respiratoria es la suma de varios ciclos en un periodo de tiempo (1 minuto), su rango es de 12 a 20 respiraciones por minuto en un adulto.

La disminución de la ventilación Minuto refleja la disfunción pulmonar (Derrickson B. & Tortora G. 2008).

Mezquita C. (2011). *Fisiología médica del razonamiento fisiológico al razonamiento clínico*, Madrid España: Editorial Médica Panamericana p.128

Derrickson B. & Tortora G. (2008). *Principios de anatomía y fisiología*. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana p. 874

1.3.1.3 Volumen de reserva inspiratoria (VRI)

Se obtiene al realizar una inspiración profunda, inspirando más de 500 ml (volumen corriente), aire inspirado adicional en hombre es de 3100 ml y en mujeres 1900 ml (Mezquita C. 2011).

Volumen de reserva inspiratoria (VRI)= Inspiración profunda adicional al Vc

1.3.1.4 Volumen de reserva exhalatoria (VRE)

Volumen adicional máximo de aire que se puede exhalar al final del volumen corriente (más de 500 ml), en hombres 1200 ml y 700 ml en mujeres aproximadamente (Guyton A. & Hall J. 2011).

Volumen de reserva exhalatoria (VRE)= Volumen adicional máximo exhalado después de una espiración normal

1.3.1.5 Volumen residual (VR)

Volumen de aire que mantiene distendido al alveolo incluso después de exhalar el volumen de reserva exhalatorio.

Una cantidad considerable se queda en los pulmones porque la presión intrapleurales subatmosférica mantiene a los alveolos levemente insuflados y algo de aire permanece en las vías aéreas para que no se colapsen (Mezquita C. 2011).

En ventilación mecánica este mecanismo se ve afectado debido a la posición que mantiene el paciente, medicamentos que relajan el músculo liso (músculo que compone al alveolo) además de la enfermedad respiratoria por la que cursa el paciente por lo cual es necesario añadir algún nivel de PEEP es quien mantiene este volumen residual el cual se revisará más adelante.

Valores 1200 ml en hombre y 1100 ml en mujeres.

Volumen residual (VR)= Volumen que mantiene distendido el alveolo inclusive después de espirar VRE

Mezquita C. (2011). *Fisiología médica, del razonamiento fisiológico al razonamiento clínico*. Madrid España: Editorial Médica Panamericana p.128

Guyton A. & Hall J. (2011). *Tratado de fisiología médica*. Barcelona, España: Editorial Elsevier Saunders. p.475

1.3.2 Capacidades pulmonares

Propiedad de los pulmones para poder contener cierta cantidad de la combinación de volúmenes pulmonares específicos.

1.3.2.1 Capacidad inspiratoria (CI)

Suma del volumen corriente más volumen de reserva inspiratorio.

Cantidad de aire que una persona puede inspirar, comenzando en el nivel exhalatorio normal y distendiéndose los pulmones hasta la máxima cantidad (Mezquita C. 2011).

Hombres 500 más 3100 =3600

Mujeres 500 más 1900 =2400

$$\text{Capacidad inspiratoria (CI)} = V_c + V_{RI}$$

1.3.2.2 Capacidad residual funcional (CRF)=VRE + VR

Es igual al volumen de reserva exhalatorio más el volumen más el volumen residual. Es la cantidad de aire que queda en los pulmones al final de una exhalación normal (Derrickson B. & Tortora G. 2008).

Aproximadamente 2300 ml.

$$\text{Capacidad residual funcional (CRF)} = V_{RE} + VR$$

1.3.2.3 Capacidad Vital (CV)

Es la cantidad máxima de aire que puede expulsar una los pulmones después de llenar antes los pulmones hasta su máxima dimensión y después exhalando la máxima cantidad.

La suma de volumen de reserva inspiratorio más Volumen corriente más volumen de reserva exhalatorio o bien la capacidad inspiratoria más Volumen de reserva exhalatorio (Guyton A. & Hall J. 2011).

Hombres: 3600 + 1200 = 4800 ml

Mujeres: 2400 + 700 = 3100 ml

$$\text{Capacidad Vital (CV)} = V_{RI} + V_c + V_{RE}$$

Mezquita C. (2011). *Fisiología médica, del razonamiento fisiológico al razonamiento clínico*, Madrid España: Editorial Médica Panamericana p.128

Guyton A. & Hall J. (2011). *Tratado de fisiología médica*. Barcelona, España: Editorial Elsevier Saunders. p.475

Derrickson B. & Tortora G. (2008). *Principios de anatomía y fisiología*. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana p. 875

1.3.2.4 Capacidad pulmonar total (CPT)

Es el volumen máximo al que se pueden expandir los pulmones con el máximo esfuerzo posible (Mezquita C. 2011).

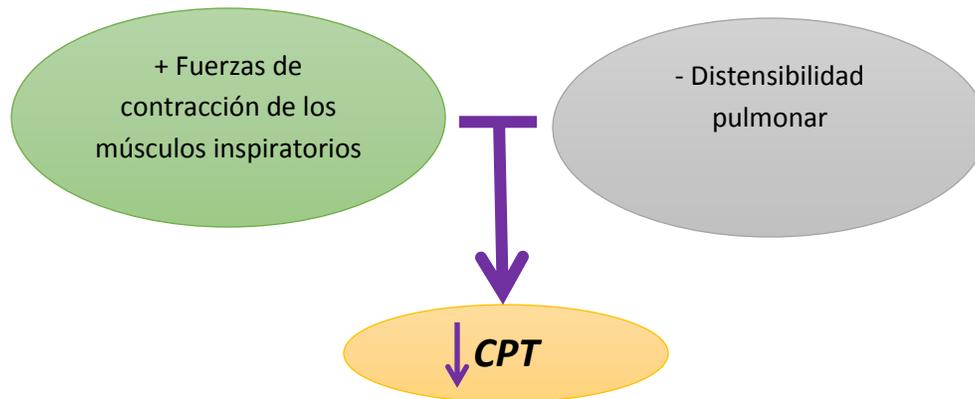
Suma de la capacidad vital más volumen residual (Guyton A. & Hall J. 2011)

Hombres: 4800 ml + 1200 = 6 litros

Mujeres: 3100 ml + 1100 = 4200 ml

$$\text{Capacidad pulmonar total (CPT)} = \text{CV} + \text{VR}$$

Factores determinantes de la CPT son la fuerza de contracción de los músculos inspiratorios y la distensibilidad de los pulmones. Si la fuerza de contracción es débil y los pulmones son rígidos, la CPT disminuye (Mezquita C. 2011).



Mezquita C. (2011). *Fisiología médica, del razonamiento fisiológico al razonamiento clínico*, Madrid España: Editorial Médica Panamericana p.128

Guyton A. & Hall J. (2011). *Tratado de fisiología médica*. Barcelona, España: Editorial Elsevier Saunders. p.475

Fig. 11
Relación volúmenes y capacidades pulmonares

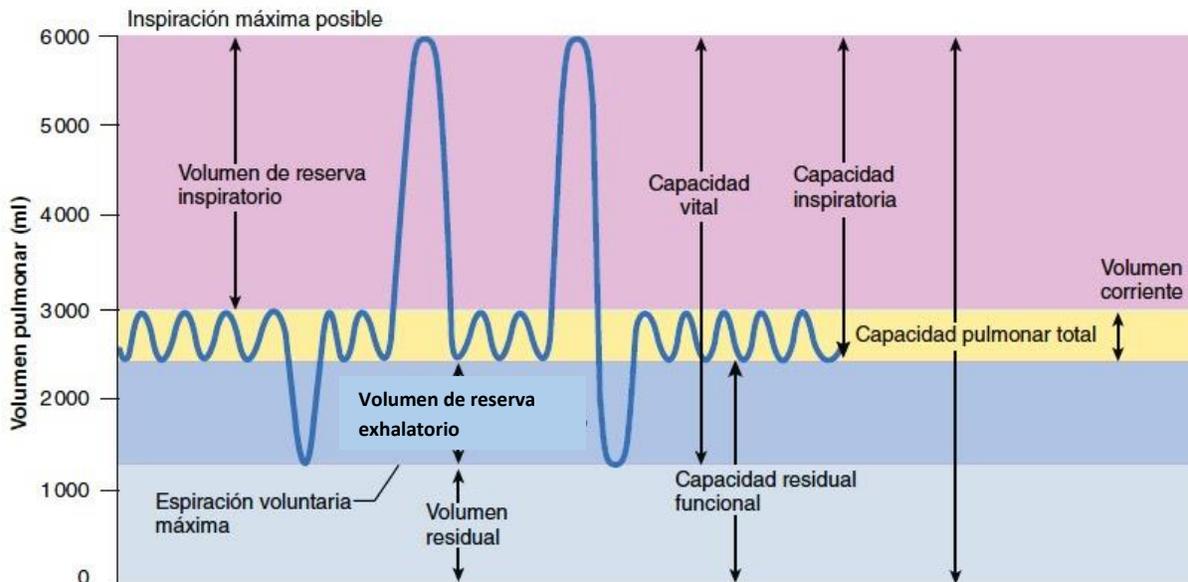


Fig. 11 Los volúmenes pulmonares son la cantidad de aire que entra y sale de los pulmones la sumatoria de alguno de estos en específicos da como resultado la capacidad de los pulmones para poder expandirse, este proceso afectara de manera directa la difusión.

*Blog spot. (2015) Anatomía y fisiología. Consultado: Enero 2017. Disponible en:
<http://anatomofisiounicaes2015.blogspot.mx/2015/09/VOLUMENESPULMONARES.html>*

1.4 COMPLIANCIA PULMONAR Y ALVEOLAR

Los pulmones por su naturaleza deberían estar desinflados, esto considerando que ninguna otra estructura influya en él.

La compliance pulmonar y alveolar es la capacidad de distensibilidad que tiene los pulmones y los alveolos para poder expandirse, dicho proceso está sujeta a 5 factores.

1. **Presión pleural**
2. **Presión alveolar**
3. **Presión transpulmonar**
4. **Fuerzas elásticas del tejido pulmonar**
5. **Fuerzas elásticas alveolares.**

1.4.1 Presión pleural

“Es la presión del líquido que está en el delgado espacio que hay entre la pleura visceral (pulmonar) y la pleura parietal (pared torácica)”. Esta presión es negativa debido a la aspiración continua del exceso de líquido intrapleural por parte de los conductos linfáticos.

La presión pleural normal al comienzo de la inspiración es de aproximadamente -5 cm H₂O que es la magnitud de la aspiración necesaria para mantener los pulmones distendidos hasta su nivel de reposo.

Después durante la inspiración normal la expansión de la caja torácica tira hacia afuera de los pulmones con más fuerza y genera una presión más negativa hasta un promedio de aproximadamente -7.5 cm H₂O (Guyton A. & Hall J. 2011).

El empiema es un ejemplo de la alteración de la presión intrapleural debido al acumulo de líquido inflamatorio entre estas pleuras, la presión negativa disminuiría y se perdería provocando un colapso pulmonar.

1.4.2 Presión alveolar

Es la presión del aire que hay en el interior de los alveolos pulmonares. Cuando la glotis está abierta y no hay flujo de aire hacia adentro ni hacia afuera la presión en todo el árbol respiratorio hasta en los alveolos es igual 0 cm H₂O.

Para que se produzca el proceso de inspiración la presión alveolar debe disminuir hasta un valor ligeramente inferior a la presión atmosférica, -1 cm H₂O es necesario para arrastrar 0.5 litros de aire a los pulmones en 2 segundo.

Durante la espiración la presión alveolar aumenta a +1 cm H₂O lo que fuerza la salida de 0.5 litros de aire (Guyton A. & Hall J. 2011).

Para que dicha presión se mantenga el factor surfactante ayuda a evitar el colapso del alveolo rompiendo la tensión superficial.

1.4.3 Presión transpulmonar

Es la diferencia de presión que existe entre la presión alveolar y la presión de las superficies externas de los pulmones (presión pleural) y es una medida de las fuerzas elásticas de los pulmones que tienden a colapsarlos en todo momento de la respiración debido a la respiración de retroceso.

En otras palabras la presión alveolar tira hacia dentro y la presión intrapleural tira hacia afuera manteniendo a los pulmones distendidos.

La elasticidad de los pulmones se ve afectado en enfermedades como fibrosis (el parénquima pulmonar se sustituye por un tejido fibroso), quitándole la elasticidad afectando las presiones junto con la distensibilidad.

La compliancia pulmonar es por lo tanto la expansión de los pulmones debido al volumen que se inspira por cada aumento unitario de la presión transpulmonar.

La distensibilidad pulmonar total de los 2 pulmones en conjunto en el ser humano adulto normal es en promedio de aproximadamente 200 ml de aire por cada cmH₂O

Fig. 12
Relación presión volumen pulmonar- presión pleural- presión alveolar- presión transpulmonar

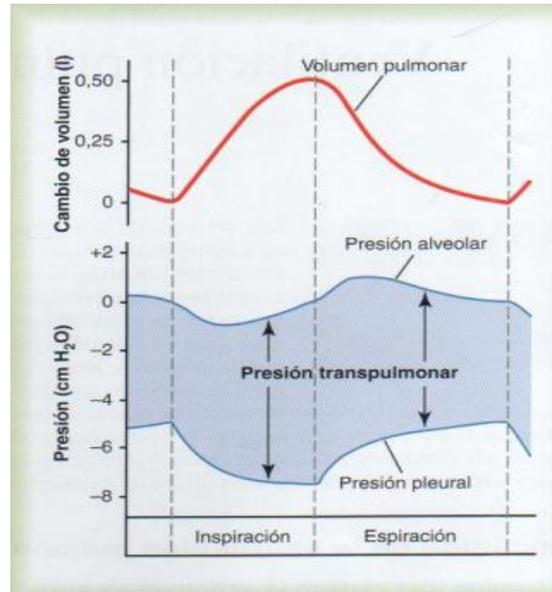


Fig. 12 Obsérvese la presión pleural inicia -5 cm H₂O al inspirar el volumen aumenta como consecuencia la presión disminuye aún más, durante la exhalación la presión aumenta disminuyendo el volumen. En cuanto a la presión alveolar pasa algo parecido, en reposo se mantiene en 0 cm H₂O al disminuir la presión a -1 cm H₂O el volumen aumenta a 0.5 litros de aire, en la exhalación la presión aumenta a +1 cm H₂O disminuyendo el volumen. La diferencia entre la presión alveolar y la intrapleural da como resultado la presión transpulmonar por cada cm H₂O 200 ml de aire son los que expandieran ambos pulmones.

Guyton A. & Hall J. (2011). *Tratado de fisiología médica*. Barcelona, España: Editorial Elsevier Saunders. p.472

Factores que disminuyen la compliance.

- ❖ Tejido fibroso
- ❖ Edema pulmonar
- ❖ Se reduce en regiones pulmonares hipoventiladas
- ❖ Aumento de la tensión superficial
- ❖ Déficit de surfactante
- ❖ Enfisema
- ❖ Edad

1.4.4 Fuerzas elásticas del tejido pulmonar

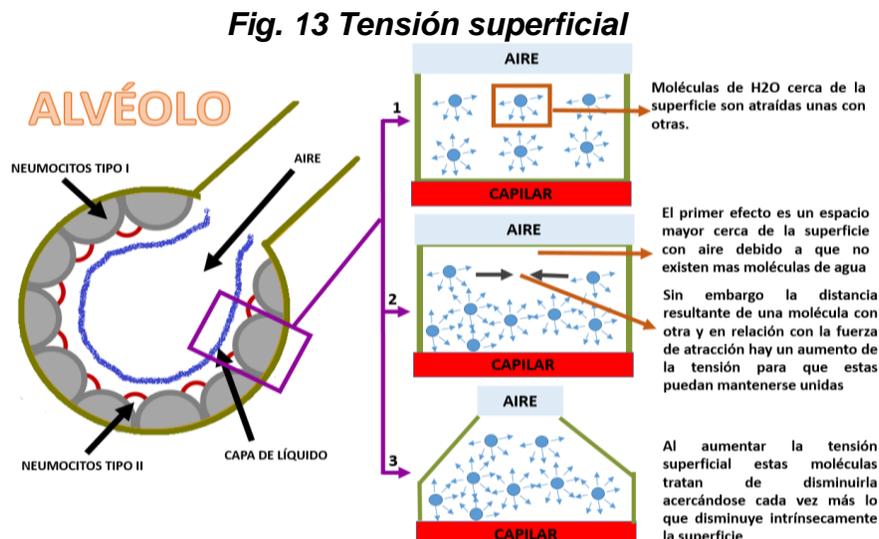
Determinadas por fibras de elastina (proporciona elasticidad) y colágeno (proporciona resistencia), están entrelazadas en el parénquima pulmonar. En los pulmones desinflados estas fibras están en un estado contraído elásticamente y torzonado después cuando los pulmones se expanden las fibras se distienden y se desenredan, alargándose de esta manera y ejerciendo incluso más fuerza elástica.

1.4.5 Fuerzas elásticas alveolares.

Zona de contacto entre el líquido alveolar y el aire tensión superficial

1.4.5.1 Tensión superficial alveolar

Una característica fundamental del alveolo es que en la superficie de su interior tiene una capa fina de líquido, cada una de las moléculas de este líquido tiene cierta fuerza de atracción unas con otras en todas las direcciones por lo que se dice que la fuerza neta de estas moléculas es cero debido a que todas ejercen la misma fuerza unas con otras, la fuerza se ve modificada en las moléculas de agua que están cerca de la superficie que tiene contacto con el aire como se explica en la Fig. 13. Estas se siguen atrayendo constantemente que pueden disminuir la superficie alveolar haciendo que este colapse.



1.4.5.2 Surfactante

La tensión superficial como se explicó en la Fig. 13 es la responsable del constante intento de colapso del alveolo puesto que dichas moléculas que conforman la capa de líquido están en constante atracción reduciendo la superficie del alveolo y aumentando la presión de colapso dentro del mismo, para nuestra fortuna los alveolos están constituidos por 2 tipos de células los neumocitos tipo I y los neumocitos tipo II estos últimos encargados de secretar líquido surfactante¹ constituido de 90% lípidos y 10% proteínas, capaz de reducir la tensión superficial dentro de los alveolos pulmonares evitando que estos colapsen durante la espiración; es liberado por exocitosis a la capa ligera de líquido responsable de la tensión superficial, la parte que está compuesta de lípido llega a la superficie (contacto con el aire), lo que ejerce cierta fuerza hacia arriba equilibrando la fuerza de atracción de las moléculas de agua cercanas a la superficie, entonces habrá un equilibrio entre las moléculas de agua gracias al factor surfactante.

La tensión superficial siempre se verá modificada por el factor surfactante.

Fig. 14 Factor surfactante

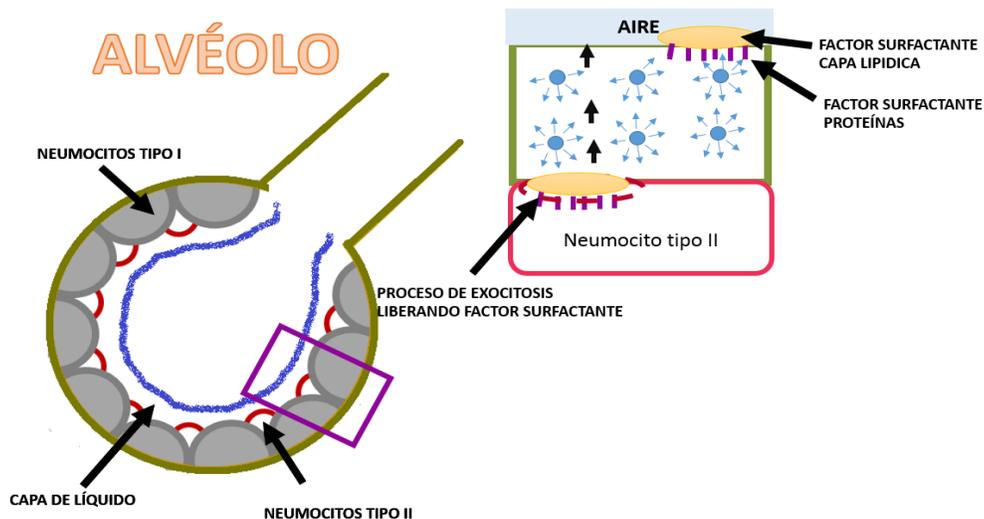


Fig.14 Se muestra una parte del alveolo donde el neumocito tipo II libera por exocitosis el factor surfactante el cual por su naturaleza lipídica y proteínica sube hasta la capa superficial ayudando a mantener un equilibrio entre las moléculas de agua y consigo disminuyendo la tensión superficial al igual que una disminución de la presión de colapso.

Rodríguez C. (2016) *Surfactante parte 1*. Recuperado: Diciembre 2016. Referido en: https://www.youtube.com/watch?v=j_DaKsBJZAY

1.5 TRABAJO RESPIRATORIO

1.5.1 Espacio muerto

El proceso de ventilación pulmonar se conduce por todas las estructuras que componen el aparato respiratorio

- ❖ Nariz
- ❖ Faringe
- ❖ Laringe
- ❖ Tráquea
- ❖ Bronquios
- ❖ Bronquiolos
- ❖ Alveolos

El espacio muerto son las zonas del aparato respiratorio en donde no es posible el intercambio de gases con la sangre (Mezquita C. 2011) y se divide en:

1. Espacio muerto anatómico
2. Espacio muerto fisiológico

1.5.2 Espacio muerto anatómico

Los alveolos son los encargados del intercambio gaseoso sin embargo parte del aire que respira una persona nunca llega a la zona de intercambio gaseoso quedándose en la nariz, faringe, laringe, tráquea, bronquios denominado espacio muerto anatómico (Guyton A. & Hall J. 2011).

En cada exhalación el aire que se expulsa primero es el que se encuentra en el espacio muerto.

En un adulto joven el valor del espacio muerto es de 150 ml.

Ahora bien recordemos que el V_c en un adulto es de 500 ml en cada respiración este se multiplicara por la frecuencia respiratoria (12 a 20 resp. X min) lo que nos dará un total de 6000 ml.

$$150 \text{ ml (espacio muerto)} * 12 \text{ resp. } \dot{V} = 1800$$

Mezquita C. (2011). *Fisiología médica del razonamiento fisiológico al razonamiento clínico*. Madrid España: Editorial Médica Panamericana p.126

Guyton A. & Hall J. (2011). *Tratado de fisiología médica*. Barcelona, España: Editorial Elsevier Saunders. p.477

6000 ml (aire inspirado en un min) – 1800 ml (aire que se queda espacio muerto en un min) = 4200 ml de aire neto participa en el intercambio gaseoso este volumen se denomina **ventilación alveolar**.

El resultado es el 70% del aire inspirado llega a los alveolos

El 30% de aire inspirado se mantiene en el espacio muerto

Fig. 15 Espacio muerto anatómico y fisiológico

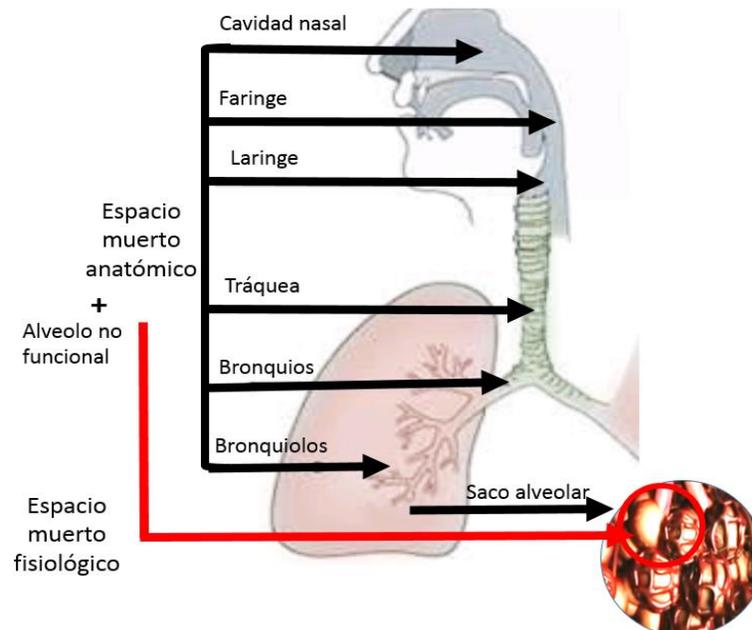


Fig.15 Se considera espacio muerto a las zonas del aparato respiratorio en donde no es posible que el volumen de aire que se ha movilizadado en cada respiración participe en el intercambio de gases con la sangre, como se muestra en la figura existen 2 tipos de espacios muertos el anatómico que abarca las zonas de conducción del aire como lo son la nariz, faringe, laringe, tráquea, bronquios y bronquiolos. El espacio muerto fisiológico es la suma de estas estructuras añadiendo los alveolos que no son funcionales para el intercambio gaseoso debido a una mala o nula perfusión sanguínea

Rosas S. (2017). *La respiración*. Consultado: Diciembre 2016. Disponible en: <https://www.slideshare.net/mobile/Rosa1311/la-respiracion-45082731?smtNoRedir=1>

1.5.3 Espacio muerto fisiológico

De manera ocasional algunos alveolos no son funcionales o son funcionales parcialmente debido a que el flujo sanguíneo que atraviesan los capilares pulmonares adyacentes es nulo o escaso (Guyton A. & Hall J. 2011), también se considera que forma parte del espacio muerto por lo tanto cuando se incluye este con las estructuras del espacio muerto anatómico donde el intercambio gaseoso no se lleva a cabo se le considera espacio muerto fisiológico. Fig. 19

Guyton A. & Hall J. (2011). *Tratado de fisiología médica*. Barcelona, España: Editorial Elsevier Saunders. p.478

1.6 INTERCAMBIO GASEOSO PULMONAR

El intercambio de gases entre el aire alveolar y la sangre pulmonar se lleva a cabo por el proceso de difusión pasiva, donde influyen los siguientes puntos.

- Composición de aire inspirado
- Ley de Henry (Explica como la solubilidad de una gas se relaciona con la difusión)
- Ley de Daltón (Como los gases se mueve de acuerdo a la diferencia de presión por difusión).

1.6.1 Composición del aire inspirado

El aire inspirado es un conjunto de gases que pasa a través de la nariz, faringe, laringe, tráquea, bronquios, bronquiolos, y finalmente al alveolo donde se lleva a cabo un proceso de difusión pasiva.

La composición del aire se mide en porcentajes y presiones parciales de cada uno de los gases que lo conforman. Tabla núm. 1

Tabla núm. 1 Composición del aire inspirado - presión parcial

Composición del aire atmosférico		
Gas	Porcentaje	Presión parcial
Nitrógeno	78.6%	$0.786 \times 760 \text{ mmHg} = 597.4 \text{ mmHg}$
Oxígeno	20.9%	$P_{O_2} = 0.209 \times 760 \text{ mmHg} = 158.8 \text{ mmHg}$
Bióxido de carbono	0.04%	$P_{CO_2} = 0.0004 \times 760 \text{ mmHg} = 0.3 \text{ mmHg}$
Vapor de agua 0.4% (variable dependiendo de las condiciones del clima)	0.4%	$P_{H_2O} = 0.004 \times 760 \text{ mmHg} = 3.0 \text{ mmHg}$
Otros gases	0.06%	$P_{\text{otros gases}} = 0.0006 \times 760 \text{ mmHg} = 0.5 \text{ mmHg}$
Presión Total	100%	760 mmHg

Tabla núm. 1. Muestra la composición del aire atmosférico en porcentaje y la presión parcial que cada uno de los gases ejerce en el intercambio gaseoso tomando en cuenta la presión atmosférica a nivel del mar 760 mmHg.

Derrickson B. & Tortora G. (2008). *Principios de anatomía y fisiología*. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana p. 876

1.6.2 Presiones alveolares

1.6.2.1 Ley Dalton

“La presión total de una mezcla de gas (como el aire) es igual a la suma de las presiones que cada gas en la mezcla ejercería de manera independiente” (Fox S. 2011), en otras palabras cada gas ejerce una presión como si ninguno otro estuviese presente lo que se define como la presión parcial.

1.6.2.2 Presión Parcial

- ❖ Es la presión de un gas específico P.
- ❖ Para hacer referencia del mismo se coloca un subíndice al gas en su forma química por ejemplo: Presión parcial de Oxígeno (P_{O_2}), Presión parcial de Hidrogeno (P_H), Presión parcial de bióxido de carbono (P_{CO_2}).
- ❖ Se determina multiplicando el porcentaje del gas en la mezcla por la presión total ejercida por esta como se muestra en la Tabla núm. 1

1.6.2.3 Presión Total

- ❖ Es la suma de todas las presiones parciales, en el caso del aire la composición es de Nitrógeno (N_2), Oxígeno (O_2), Vapor de agua (H_2O) y Dióxido de Carbono (CO_2) más otros gases presentes en pequeñas cantidades y la presión atmosférica es la suma de todos estos gases
- ❖ $P_{N_2} + P_{O_2} + P_{H_2O} + P_{Co_2} + P_{otros\ gases} = 760\text{ mmHg}$ (Presión atmosférica recordando que esta varía de acuerdo a la altitud por arriba del nivel del mar)

Estas presiones son las que determinan el desplazamiento del O_2 y el CO_2 entre la atmosfera – pulmones, pulmones - sangre y entre la sangre y las células del organismo, cada gas va a difundirse a través de la membrana permeable del área de mayor concentración al de menor concentración, la rapidez es determinada por la diferencia de presión, entre mayor diferencia más rapidez.

1.6.2.4 Ley de Henry

“La cantidad de gas que se va a disolver en un líquido es proporcional a la presión parcial del gas y a su solubilidad”

Solubilidad

Capacidad de una sustancia para poder disolverse en otra. Cuando un gas tiene mayor presión parcial que el líquido y mayor solubilidad permanecerá en él, así funciona en los líquidos del organismo, el CO₂ tiene mayor solubilidad (79%) 24 veces más en comparación con el O₂ por lo cual permanece más en el plasma.

El nitrógeno es uno de los gases más abundantes en el aire que inspiramos 78.6% este gas no influye como tal en las funciones orgánicas del organismos a nivel del mar, además de tener muy baja solubilidad por lo tanto se disuelve muy poco en el plasma sanguíneo, ahora bien a medida que la presión del aire aumenta las presiones parciales también lo hacen (Guyton A. & Hall J. 2011).

Difusión membrana alveolar - capilar

- ❖ La membrana alveolar es una superficie grande dentro de los pulmones corresponde un estimado de 300 millones de sacos aéreos pequeños conocidos como alveolos, el área de superficie total de la membrana respiratoria es de aproximadamente 70m².
- ❖ Cada alvéolo tiene un diámetro de aproximadamente 0.2 mm.
- ❖ Las paredes alveolares son muy delgadas lo que contribuye a la rápida difusión de oxígeno entre el alveolo y el eritrocito.
- ❖ Entre los alvéolos hay una red casi sólida de capilares interconectados.
- ❖ La cantidad total de sangre en cualquier instante es de 60 a 140 ml (Derrickson B. & Tortora G. 2008)

Guyton A. & Hall J. (2011). *Tratado de fisiología médica*. Barcelona, España: Editorial Elsevier Saunders. p.492

Derrickson B. & Tortora G. (2008). *Principios de anatomía y fisiología*. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana p 876

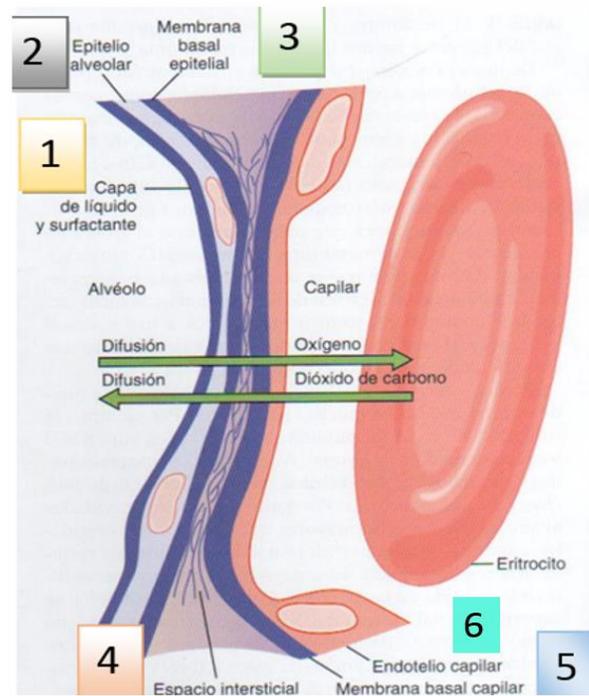
Fig. 16 Membrana respiratoria

Fig. 16 Muestra las diferentes capas por las cuales se lleva a cabo la difusión.

- 1.- Capa de líquido que tapiza el alvéolo y que contiene surfactante, lo que reduce la tensión superficial del líquido alveolar.
- 2.- El epitelio alveolar, formado por células epiteliales delgadas.
- 3.- Una membrana basal epitelial.
- 4.- Un espacio intersticial delgado entre el epitelio alveolar y la membrana capilar
- 5.- Una membrana basal capilar que en muchos casos se fusiona con la membrana basal del epitelio alveolar
- 6.- La membrana del endotelio capilar

Fox S. (2011). *Fisiología Humana*. New York, USA: Editorial Mc Graw Hill Interamericana. p. 525

1.6.3 Factores que influyen en la velocidad de difusión gaseosa a través de la membrana respiratoria.

1. El grosor de la membrana por ejemplo en algunas enfermedades que producen fibrosis en los pulmones aumentando el grosor dificultando el intercambio.
2. Líquido en el espacio intersticial de la membrana y en los alveolos de modo que los gases respiratorios deben difundir no solo a través de la membrana sino también a través del líquido.
3. Disminución del área superficial de la membrana por ejemplo; en el enfisema pulmonar confluyen muchos de los alvéolos desapareciendo muchas de las paredes alveolares lo que trae como consecuencia nuevas cavidades de mayor tamaño que los alveolos originales, cuando existe un estadio de enfisema pulmonar avanzado en un tercio del superficial el intercambio gaseoso se ve afectado significativamente inclusive en estado de reposo (Guyton A. & Hall J. 2011).
4. Coeficiente de difusión del gas en la sustancia de la membrana depende de la solubilidad de cada gas.

El O₂ tiene menor peso molecular que el CO₂, podría pensarse que se difundiría más rápido sin embargo la solubilidad del CO₂ en las porciones líquidas de la membrana respiratoria es 24 veces mayor que la del O₂ comparando estos dos factores la difusión de salida del CO₂ es 20 veces más rápida que la difusión de entrada del oxígeno como consecuencia cuando la difusión es más lenta que lo normal por ejemplo en enfisema pulmonar o edema pulmonar la insuficiencia de O₂ (hipoxia) se produce típicamente antes de que hay una retención significativa de CO₂ (hipercapnia) (Derrickson B. & Tortora G. 2008).

5. La diferencia de presión parcial de gas entre los dos lados de la membrana, presión parcial del gas en el alveolo y presión parcial de gas en el capilar, cuando la presión parcial es mayor en los alveolos como es el caso del O₂ la difusión se lleva a cabo hacia el capilar, inversamente paso lo mismo con el CO₂ la difusión se lleva a cabo hacia el alveolo.

1.7 CIRCULACIÓN PULMONAR

La finalidad de la circulación pulmonar es convertir la sangre desoxigenada (baja en saturación de O₂) proveniente de lado derecho del corazón en sangre oxigenada la cual regresara a la aurícula izquierda pasando por el ventrículo izquierdo y después a la aorta para que así se lleve a cabo la circulación mayor.

La P_{O₂} y la P_{CO₂} contribuirá en la difusión de los mismos manejando un gradiente de presión de mayor a menor concentración.

Tabla núm. 2 Modificación de la P_{O₂} durante la circulación pulmonar

P _{O₂} atmosférico 159 mmHg		
Sangre desoxigenada	Aire alveolar	Sangre Oxigenada
40 mmHg	105 mmHg	100 mmHg

Tabla núm. 2. Se muestra las diferentes presiones parciales de O₂ que existen en la circulación pulmonar, notemos que la sangre desoxigenada que llega del ventrículo izquierdo del corazón es menor, al fluir a través de los capilares pulmonares se oxigena de mayor a menor concentración teniendo como resultado sangre oxigenada que regresara a la aurícula derecha.

Derrickson B. & Tortora G. (2008). *Principios de anatomía y fisiología*. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana p. 876

Tabla núm. 3 Modificación de la P_{CO₂} durante la circulación pulmonar

P _{CO₂} atmosférico 0.3 mmHg		
Sangre desoxigenada	Aire alveolar	Sangre Oxigenada
45 mmHg	40 mmHg	40 mmHg

Tabla núm. 3. Se muestra las diferentes presiones parciales de CO₂ que existen en la circulación pulmonar, notemos que la difusión se llevara a cabo desde la sangre desoxigenada al aire alveolar para poder ser espirado, la sangre oxigenada que regresara a la aurícula izquierda tendrá una concentración de 40 mmHg.

Derrickson B. & Tortora G. (2008). *Principios de anatomía y fisiología*. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana p. 876

1.7.1 El proceso de circulación pulmonar

Para que la sangre pueda oxigenarse después de haber sido utilizada en los procesos metabólicos de cada célula de nuestro cuerpo tiene que pasar por la circulación pulmonar a continuación se muestra una lista ordenada de las estructuras anatómicas por las cuales la sangre fluirá hasta llegar a los alveolos pulmonares.

1. La sangre desoxigenada proveniente de la circulación sistémica llega a la Vena cava superior y vena cava inferior.
2. Pasa a la Aurícula derecha
3. Válvula tricúspide
4. Ventrículo derecho
5. Válvula pulmonar
6. Arteria pulmonar la cual se extiende solo 5 cm más allá de la punta del ventrículo derecho y después se divide en las ramas principales derecha e izquierda que vascularizan los dos pulmones correspondientes.

La arteria pulmonar es delgada y con gran distensibilidad lo que permite que se adapte al gasto del volumen sistólico del ventrículo derecho.

7. Capilares pulmonares es donde se llevara a cabo el intercambio entre el capilar y el alveolo. Para que esta difusión se logre existen una gran cantidad de capilares cerca de los alveolos pulmonares y la sangre fluye con lentitud para poder captar una cantidad optima de O₂ (Guyton A. & Hall J. 2011).

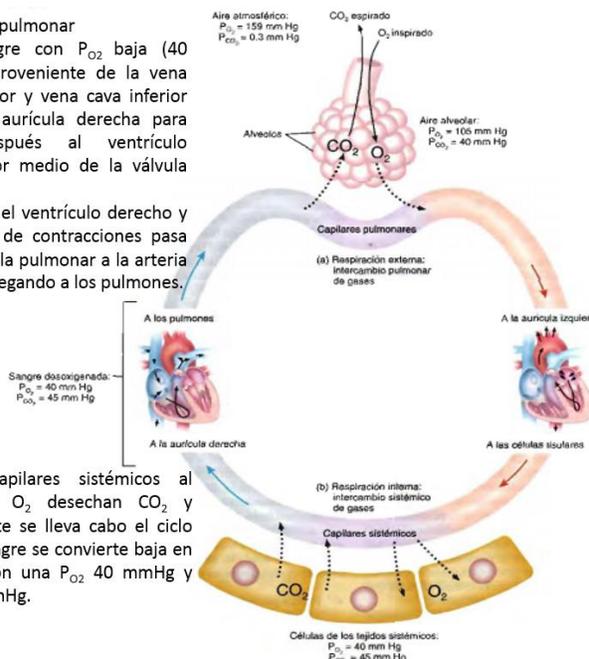
En algunas enfermedades la difusión se puede ver alterada, la sangre puede no llegar al equilibrio con el aire alveolar por lo que la P_{O2} disminuirá y la P_{CO2} aumentara en la sangre arterial sistémica.

Fig. 17 Circulación pulmonar

Circulación pulmonar

1. La sangre con P_{O_2} baja (40 mmHg), proveniente de la vena cava superior y vena cava inferior llega a la aurícula derecha para pasar después al ventrículo derecho por medio de la válvula tricúspide. Al estar en el ventrículo derecho y por medio de contracciones pasa por la válvula pulmonar a la arteria pulmonar llegando a los pulmones.

4. Los capilares sistémicos al utilizar el O_2 desechan CO_2 y nuevamente se lleva cabo el ciclo pues la sangre se convierte baja en oxígeno con una P_{O_2} 40 mmHg y P_{CO_2} 45 mmHg.



2. La sangre llega a los capilares pulmonares donde se lleva a cabo el intercambio gaseoso entre los alveolos. La difusión del oxígeno se lleva a cabo de alveolo a capilar. La P_{O_2} alveolar es de 105 mmHg por lo cual se difundirá hacia el capilar quien llega con una P_{O_2} de 40 mmHg (baja en oxígeno) terminando oxigenada con una P_{O_2} 100 mmHg. La P_{CO_2} en el capilar es de 45 mmHg se difundirá hacia el alveolo donde la P_{CO_2} es de 40 mmHg para poder ser espirado. En la sangre oxigenada la P_{CO_2} es de 40 mmHg

Nota: La diferencia de P_{O_2} que resulta de la circulación pulmonar se debe a que existe sangre que pasa a través de conductos pulmonares donde no se produce intercambio gaseoso así que la P_{O_2} solo llegara a 100 mmhg

Circulación mayor

3. La sangre oxigenada con una P_{O_2} de 100 mmHg y una P_{CO_2} de 40 mmHg regresa por la vena pulmonar a la aurícula izquierda pasando por la válvula mitral al ventrículo izquierdo después pasa por válvula aórtica al cayado aórtico- aorta descendente lechos capilares y distribuyéndose a todo el sistema circulatorio.

Fig. 17 La circulación pulmonar es el proceso que se lleva a cabo para poder oxigenar la sangre proveniente de la circulación sistémica donde las células han utilizado el oxígeno para realizar diferentes procesos metabólicos y como producto de desecho generan CO_2 y disminuyen la P_{O_2} . Como se muestra en la figura, la P_{O_2} y P_{CO_2} se verán modificadas al pasar por la circulación pulmonar oxigenándose para poder ser utilizada nuevamente en el organismo.

Derrickson B. & Tortora G. (2008). *Principios de anatomía y fisiología*. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana p 878

1.8 INTERCAMBIO DE OXÍGENO Y DIOXIDO DE CARBONO DE LA SANGRE HACIA LAS CÉLULAS DE LOS TEJIDOS

Nuestro organismo está constantemente consumiendo oxígeno para producir ATP (la energía de nuestros tejidos) y así poder realizar todas sus funciones.

El oxígeno se transporta de 2 formas:

1. El 97% del O₂ que se transporta desde los pulmones a los tejidos está unido a la hemoglobina y esta a su vez al eritrocito.
2. El 3% es transportado en el agua del plasma y de las células de la sangre (debido a que el oxígeno se disuelve muy poco en agua), dicho oxígeno se perfundirá a los tejidos sin consumirse en su totalidad.

Por cada 100 ml de sangre oxigenada 20 ml son de O₂, de estos la cantidad disuelta en el plasma es solo el 0.3 ml y la cantidad de oxígeno unida a la hemoglobina es de 19.7 ml.

1.8.1 Relación hemoglobina-oxígeno

La hemoglobina es una proteína presente en los glóbulos rojos encargada de transportar oxígeno (de reserva) a los tejidos, esta hemoglobina es producida en el eritoblasto (células Inmaduras del eritrocito), es la razón de que los glóbulos rojos de la sangre sean de color rojo.

Para su formación se necesita: 2 succinil colina (formado en el ciclo de krebs) + 2 aminoácidos de glicina que nos dará como resultado una molécula llamada "PIRROL" (se necesitan 4 moléculas de Pirrol unidas al hierro para formar un monómero de lo que será el grupo hem).

Fig. 18 Formación de la Hemoglobina

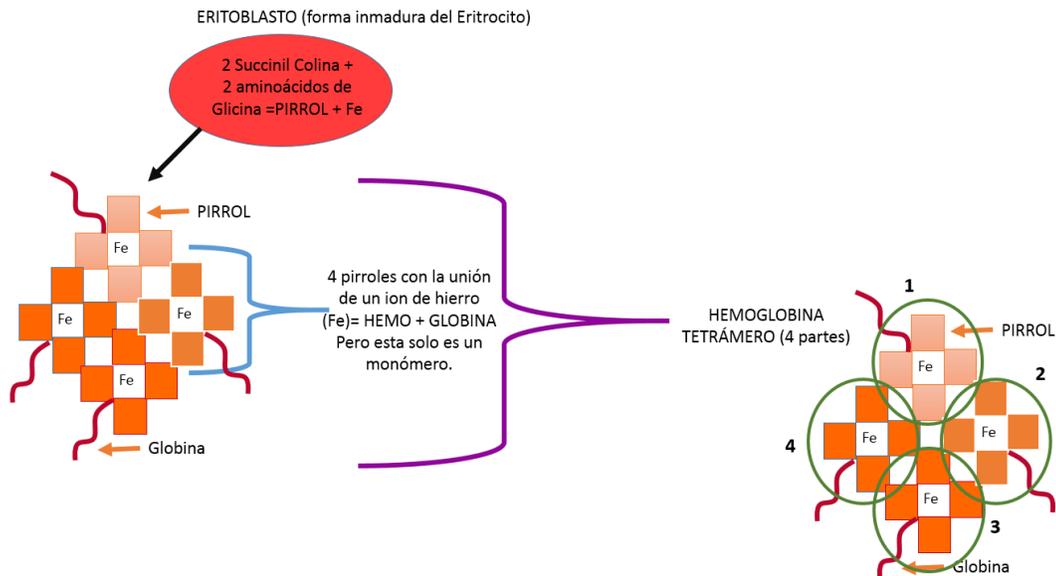


Fig.18 La formación de la hemoglobina se lleva a cabo en el Eritoblasto formando un compuesto llamado pirrol, se necesitan de 4 compuestos Pirrol más un ion de Hierro para crear el grupo hem y agregándole la globina tendremos la Hemoglobina sin embargo esta no es funcional hasta que se formen 4 partes debido a que la hemoglobina es tetrámera como se muestra en la imagen.

Rodríguez C. (2016). *Transporte de Oxígeno parte 1*. Consultado: Enero 2017. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=f4c-ds8piEA&t=33s>

- ❖ En cada monómero de la hemoglobina existe un “espacio” que será ocupado por el oxígeno, por lo tanto 4 iones de oxígeno se unen en total a una Hemoglobina convirtiéndola en **oxihemoglobina**.
- ❖ La hemoglobina es tóxica debido a su componente hierro (Fe) puede afectar y dañar a las células del túbulo contorneado proximal pues al ser una proteína pequeña se puede filtrar y al ser reabsorbida por el túbulo afecta las células del mismo por lo cual siempre tendrá que ir unida al eritrocito para evitar dicho daño (evitando que esta se pueda filtrar).

Presión parcial de oxígeno y Saturación de oxígeno.

- ❖ La presión parcial de oxígeno (P_{O₂}) es el oxígeno disuelto en sangre, no está unida a la hemoglobina.
- ❖ Saturación de Oxígeno es el porcentaje total de oxígeno unido a la hemoglobina

Contenido de Oxígeno

Es el volumen de oxígeno contenido en 100 ml de sangre (lo equivalente a 1 dl), se considera la suma del oxígeno transportado por medio de la hemoglobina más el oxígeno disuelto en sangre.

1. Cantidad de oxígeno transportado por la Hemoglobina:

1 gr de Hb = 1.34 ml O₂ (cantidad de oxígeno que puede transportar la hemoglobina)

15 gr de Hb (Nivel de hemoglobina promedio en un adulto) * 1.34 ml de O₂ = **20.1 ml de oxígeno unido a la hemoglobina**

2. Cantidad de oxígeno disuelto la sangre:

En 1 mmHg = se transporta 0.003 ml de O₂

En 100 mmHg (P_{O₂} a nivel del mar en un adulto) * 0.003 ml de O₂ = **0.3 ml de O₂ disuelto en sangre en 100 ml**

3. Cantidad total de sangre transportada:

20.1 ml de oxígeno unido a la hemoglobina + 0.3 ml de O₂ disuelto en sangre = **20.4 ml de oxígeno transportado por cada 100 ml de sangre.**

Es importante identificar:

- ¿Cuánto tiene de hemoglobina el paciente? Entonces el requerimiento de oxígeno variara en nuestro paciente, si la cantidad de hemoglobina disminuye también disminuirá el oxígeno
- Las necesidades pueden modificarse en pacientes con hipercatabolismo.

1.8.1.1 Curva de disociación de la hemoglobina.

La curva de disociación de la Hb es la representación gráfica de la separación del oxígeno de la misma, en dicha grafica se incluye la relación de la P_{O₂} y SaO₂.

En una situación normal el oxígeno tiene la capacidad de mantenerse unido a la Hb, a este término se le conoce como “**afinidad**”, pues ante grandes descensos en la P_{aO₂} la variación en la SaO₂ en la Hb es relativamente baja por lo que actúa como un reservorio de O₂. Solo disocia (separa) parte del oxígeno para satisfacer las necesidades metabólicas de las células, en una persona sana solo el 25% del oxígeno unido a la hemoglobina se disocia inclusive a una P_{O₂} en sangre del 40 mmHg quedando saturada en un 75% (Derrickson B. & Tortora G. 2008).

La presión parcial es uno de los factores más importantes que determina cuanto O₂ se unirá a la hemoglobina:

- ❖ Cuando la P_{O₂} es alta, fija grandes cantidades de O₂, hasta que todos los átomos de hierro queden fijados con una molécula de O₂.
- ❖ Cuando la P_{O₂} es baja solo fija algunas moléculas de O₂ lo que quiere decir que está **parcialmente saturada** por ejemplo: en los capilares de los tejidos donde la P_{O₂} es menor la Hb no retiene mucho oxígeno debido a las necesidades de estos y en respuesta se disociara para satisfacerlas.

Ahora bien cuando esta hemoglobina se convierte totalmente en oxihemoglobina decimos que está **Saturada**

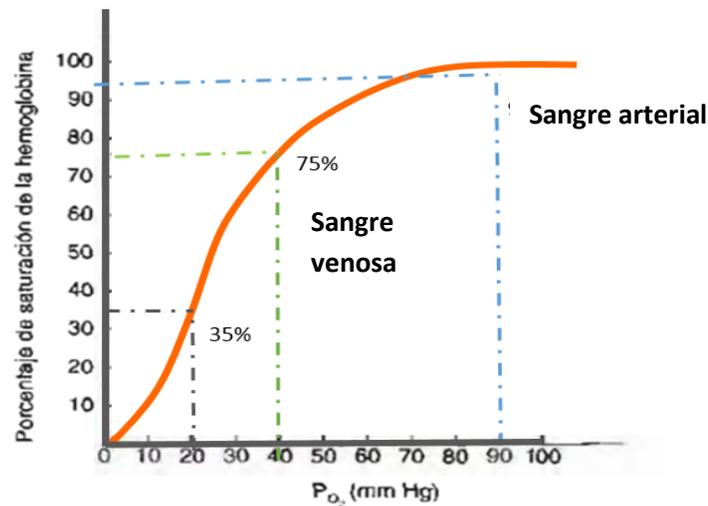
Fig. 19 Curva de disociación de la hemoglobina

Fig.19 Obsérvese la representación gráfica de la disociación de la Hb en relación a la P_{O₂} y SaO₂. La sangre arterial con una P_{O₂} de 100 mmHg estará saturada en un 96-97% y la Sangre venosa mezclada tendrá una P_{O₂} de 40 mmHg con una SaO₂ 75%. Podemos observar que ante grandes descensos en la P_{O₂} la variación en la SaO₂ de la Hb es relativamente baja por lo que actúa como un reservorio de O₂. Solo si descendemos la P_{O₂} a menos de 40 mmHg la SaO₂ empezara a caer asimilando un patrón en picada como se muestra en la gráfica puesto que el oxígeno pierde su afinidad.

Guyton A. & Hall J. (2011). *Tratado de fisiología médica*. Barcelona, España: Editorial Elsevier Saunders. p.491

Cuando la PaO₂ disminuye se le considera Hipoxemia.

1. Hipoxemia leve 80-60 mmHg
2. Hipoxemia moderada 60-40 mmHg
3. Hipoxemia severa menos de 40 mmHg existe daño cerebral o daño al miocardio
4. Riesgo de muerte inminente valores menores a 20 mmHg

p50

El punto denominado “p50” que corresponde a la SaO₂ 50% y P_{O₂} 26.6 mmHg por encontrarse en el punto más vertical de la curva ayuda a determinar si la curva se ha desviado a la derecha o a la izquierda, por ejemplo: si en algún momento la p50 llega a corresponder a una P_{O₂} de 40 mmHg sabremos que la curva se ha desplazado a la derecha en comparación si encontramos la p50 en una P_{O₂} de 8 mmHg la curva se abra desplazado a la izquierda Fig. 21.

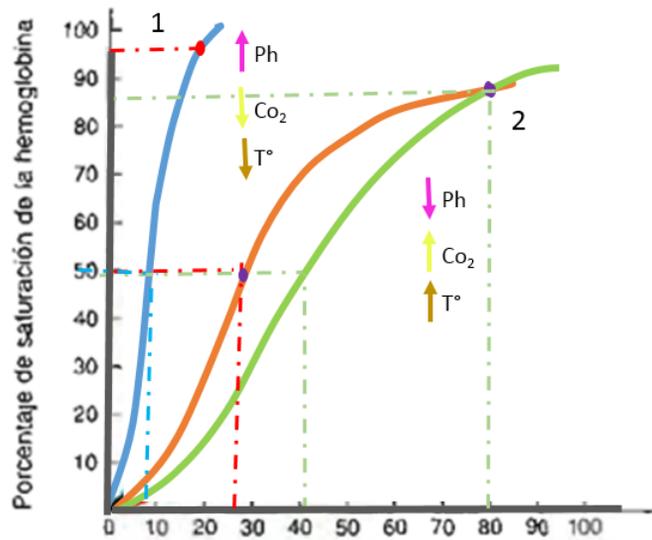
Fig. 20 p50

Fig.20 Podemos observar los puntos en donde la p50 se ha desviado hacia la derecha y hacia la izquierda. Hay que considerar que no siempre una buena SaO₂ corresponderá a una buena oxigenación tisular como se muestra en el numero 1 la Hb está conservando el oxígeno a pesar de la baja P_{O₂} condición que se puede deber a una glicolisis anaerobia por el aumento de valor del lactato.

En el numero 2 observamos que la p50 se encuentra en 40 mmHg desviándose a la derecha entregando más rápidamente el oxígeno debido a condiciones como aumento de la temperatura, aumento del CO₂ o disminución del pH.

Guyton A. & Hall J. (2011). *Tratado de fisiología médica*. Barcelona, España: Editorial Elsevier Saunders. p.491

1.8.1.2 Factores que afectan la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno

Cuando la curva de disociación se desplaza a la derecha nos daremos cuenta que se necesita de más P_{O₂} para que la Hb disocie (Curva con menor afinidad) el oxígeno y como consecuencia más fácil que libere el oxígeno a los tejidos

1. Disminución del pH: más acidez, más H⁺

- ❖ Cuando los tejidos están sometidos a una actividad intensa producen ácidos los principales ácido láctico y ácido carbónico CO₂ (como consecuencia de la respiración celular) lo que trae consigo el aumento de hidrógenos disminuyendo el pH se producirá el efecto Bohr (capacidad que tiene la Hb al perder afinidad por el O₂ debido al aumento del CO₂ y de los hidrogeniones cuando hay un aumento de la presión parcial de estos la Hb aumenta su afinidad por los mismos), el cuerpo como mecanismo de compensación suministrará más oxígeno a los tejidos que más lo necesitan
- ❖ La afinidad de la hemoglobina por el O₂ disminuye por ende el O₂ se disocia más fácilmente de la Hb
- ❖ La acidez hace que la curva de disociación se desplace a la derecha en donde se necesitara más P_{O₂} para mantener una SaO₂ 50% como se muestra en la Fig. 24
- ❖ Lo que quiere decir que la disminución del pH hace que el O₂ se separe de la Hb y queda más O₂ disponible para las células. En caso contrario el aumento del pH aumenta la afinidad del O₂ con la Hb y la curva de disociación de la Hb se desplaza a la izquierda.

2. Presión parcial de dióxido de carbono

- ❖ El CO₂ es el producto de desecho de las células esta su característica más representativa es la alta afinidad a la Hb haciendo que esta libere O₂ debido a que disminuye el pH (acidosis)
- ❖ A medida que el CO₂ entra a la Hb es convertido temporalmente en ácido carbónico (H₂CO₃) reacción catalizada por la enzima presente en los glóbulos rojos anhidrasa carbonica (AC)



- ❖ El ácido carbónico formado en los glóbulos rojos se disocia en iones de hidrogeno e iones de bicarbonato a medida que la concentración de H⁺ aumenta disminuye el pH liberando O₂
- ❖ Al realizar ejercicio se libera ácido láctico con el cual sucede algo parecido pues el pH disminuye. La curva de hemoglobina se inclina a la derecha.

3. Temperatura

- ❖ El metabolismo celular aumenta con la temperatura alta liberando calor este hace que se disocie O₂ por el requerimiento celular.
- ❖ En caso de hipotermia el metabolismo celular ha disminuido lo que hace que no se requiera aporte de O₂ y este permanece en la Hb, desplazando la curva a la izq.

Fig. 21

Temperatura factor que modifica la curva de disociación de la Hb

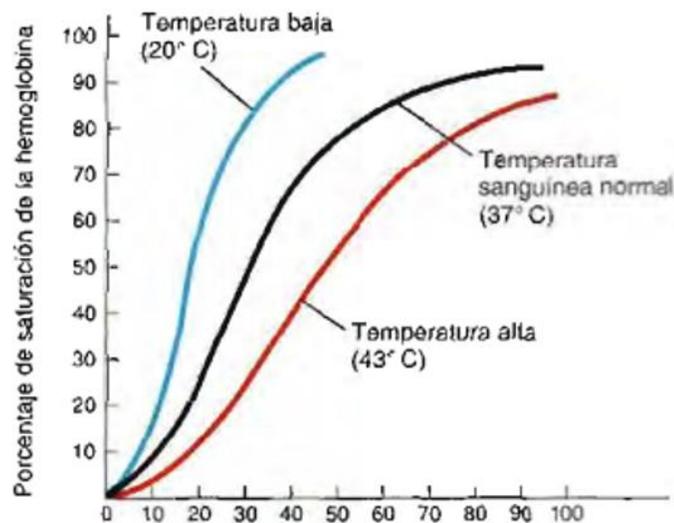


Fig.21 Se observa como a elevadas temperaturas la curva de disociación de la Hb se desvía hacia la derecha debido al aumento del metabolismo celular en comparación con la curva que se desvió hacia la izquierda en donde existe hipotermia y no hay requerimiento de oxígeno por lo cual la Hb mantiene al oxígeno unido a esta.

Tortora J. & Derrickson B. (2008). *Principios de anatomía y fisiología*. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana. p. 890

1.8.2 Transporte de oxígeno

1. El aire inspirado contiene oxígeno el cual ejerce una presión parcial en todo momento, al entrar al alveolo dicha presión será de 104 mmHg a nivel del mar.
2. La sangre baja en oxígeno (sangre venosa en el capilar) llega del ventrículo derecho con una P_{O₂} de 40 mmHg y una SaO₂ del 75% (solo se entregó el 25% de oxígeno) debido a que los tejidos utilizaron parte del mismo para realizar sus funciones metabólicas.
3. Por lo tanto el oxígeno se movilizara del alveolo al capilar por que la P_{O₂} es mayor en este, al subir la P_{O₂} en la sangre y llegar a 100 mmHg (tratando de equiparar la P_{O₂} alveolar) tendrá como consecuencia que una molécula de oxígeno entre en la hemoglobina llenando el espacio que había quedado vacío (debido al intercambio con los tejidos) quedando saturada en un 100%.

Fig. 22 Transporte de Oxígeno

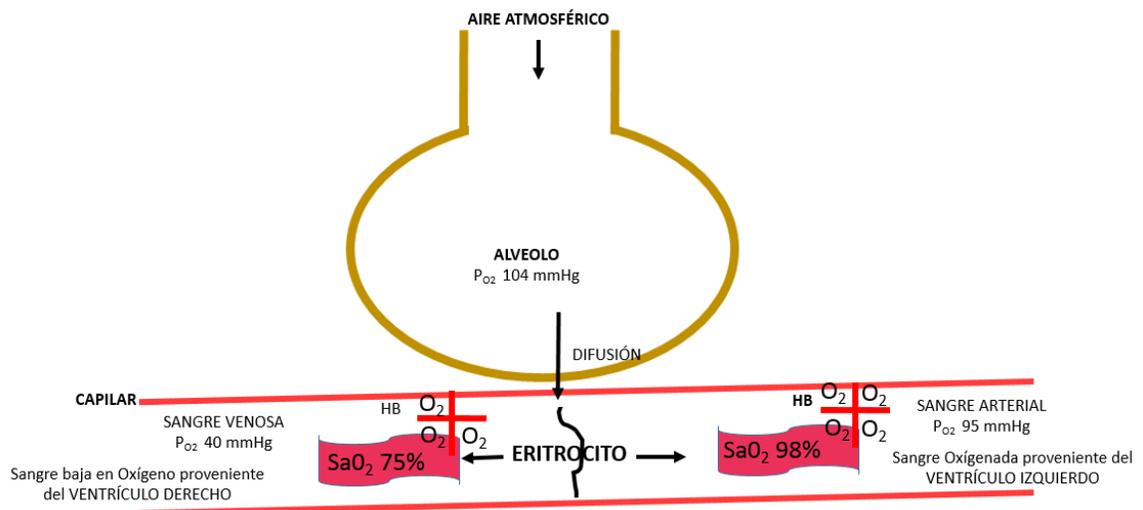


Fig.22 Obsérvese la difusión entre el alveolo y el capilar, nótese del lado izquierdo llega la sangre venosa (baja en oxígeno) y del lado derecho es sangre rica en oxígeno dispuesta a ser distribuida a la circulación sistémica, se muestra además los cambios de valores la P_{O₂} aumenta en la sangre oxigenada y como consecuente aumenta la SaO₂.

Rodríguez C. (2016). *Transporte de Oxígeno parte 1*. Consultado: Enero 2017. Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=f4c-ds8piEA&t=33s>

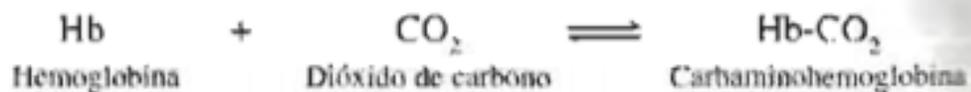
4. La P_{O₂} es de 100 mmHg y la SaO₂ 100% en el pulmón pero cuando la sangre sale de este para dirigirse de regreso al corazón estos valores disminuyen debido al fenómeno “mezcla de sangre venosa”; en el pulmón existen vasos que llevan sangre pero no para el intercambio gaseoso si no para suplir las necesidades del pulmón a través de una arteria y una red capilar en los bronquios llamados vasos bronquiales que terminan en un sistema venoso con sangre pobremente oxigenada en comparación con el sistema venoso del pulmón “que si lleva sangre rica en oxígeno”, ambas redes capilares esta comunicadas, usando una analogía podríamos compararlo con agua salada la cual se mezcla con agua dulce, como resultado esta no cambiara totalmente el agua salada sin embargo modificara la cantidad de concentración de la misma, la sangre regresara al corazón por las venas pulmonares con los siguientes valores P_{O₂} 95 mmHg y la SaO₂ 98%.
5. Valor de P_{O₂} en tejidos es de 40 mmHg, por lo tanto conforme la sangre oxigenada con P_{O₂} 95 mmHg circule por las arterias que alimentan a los tejidos ira disminuyendo (debido al consumo constante de los mismos), el oxígeno pasara de mayor concentración al de menor hasta que termine con una P_{O₂} de 40 mmHg igual que al de los tejidos
6. Hay que tener presente que el oxígeno que primero se entrega a los tejidos es el disuelto en sangre antes que el unido a las Hemoglobina, este se considerara de reserva, al disminuir el oxígeno disuelto entonces moléculas de oxígeno en la hemoglobina se desprenderán de esta para ser entregado a los tejidos.

1.8.3 Transporte dióxido de carbono

Después de que las células utilizan el oxígeno se desprende de estas el CO₂ aumentando la P_{CO₂} intracelular; debido a esta elevada P_{CO₂} de las células tisulares el CO₂ difunde desde las células hacia los capilares tisulares y después es transportada por la sangre hacia los pulmones para después ser exhalado.

El CO₂ se transporta de 3 formas en la sangre.

1. CO₂ Disuelto: 7% disuelto en el plasma sanguíneo
Al llegar a los pulmones se difunde al aire alveolar y se elimina.
2. En compuestos carbaminicos: 23% se combina con los grupos aminos de los aminoácidos y las proteínas de la sangre para formar compuestos carbaminicos.
Debido a que la Hb es la proteína más abundante en los glóbulos rojos es el motivo por el cual el CO₂ se transporta en mayor parte por medio de esta. El CO₂ se une a los aminoácidos terminales en las dos cadenas alfa y las 2 cadenas beta de la Hb.

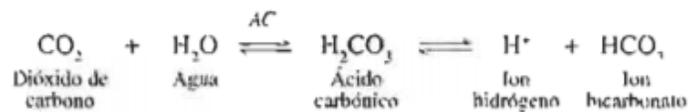


Cuando el CO₂ y la Hb se han unido se denomina carbaminohemoglobina

La formación de la carbaminohemoglobina es influida por la P_{CO₂}; en los capilares tisulares, la P_{CO₂} es alta lo cual promueve la formación de carbaminohemoglobina a diferencia de los capilares pulmonares en donde la P_{CO₂} es baja lo que hace que se separe con rapidez de la globina y entre al aire alveolar por difusión.

3. Iones De Bicarbonato

- a) El 70% del CO₂ es transportado en el plasma sanguíneo en forma de iones de bicarbonato (HCO₃⁻).
- b) El CO₂ se difunde hacia los capilares sistémicos y entra a los glóbulos rojos este reacciona con el agua (H₂O) y en presencia de la enzima anhidrasa carbonica (ac) forman ácido carbónico el cual se disocia H⁺ y HCO₃.



- c) Por lo tanto a medida que la sangre toma CO₂ el HCO₃ aumenta en los glóbulos rojos.
- d) La finalidad de esta reacción es eliminar el CO₂ de las células y ser transportado al plasma sanguíneo en forma de HCO₃.
- e) Cuando pasan por los capilares pulmonares todas estas reacciones se revierten y se desprende CO₂.

Capítulo 2.

Ventilación mecánica



CAPÍTULO 2. VENTILACIÓN MECÁNICA

La ventilación mecánica es el procedimiento de respiración artificial temporal que emplea un aparato mecánico para ayudar o sustituir la función ventilatoria inspiratoria del paciente que cursa por un proceso en donde su estado de salud se ve alterado (Cristancho GW. 2008).

2.1 TIPOS DE VENTILACIÓN MECÁNICA

La ventilación mecánica con presión positiva se puede aplicar de 2 maneras

- ❖ Ventilación mecánica no invasiva (VMNI)
- ❖ Ventilación mecánica invasiva

2.1.1 Ventilación mecánica no invasiva (VMNI)

- ❖ Se caracteriza por la participación de la interface (mascarilla especial facial completa o una mascarilla nasal) junto con la vía respiratoria natural del paciente.

2.1.1.1 Indicaciones

Pacientes que presentan:

- ❖ Insuficiencia respiratoria aguda o crónica
- ❖ Edema pulmonar agudo
- ❖ Exacerbaciones agudas de la EPOC
- ❖ Apnea obstructiva del sueño
- ❖ Puede ser apropiada en pacientes en situación terminal que requieren soporte ventilatorio pero no desean la intubación

2.1.1.2 Contraindicaciones

- ❖ Paro respiratorio
- ❖ Existencia de secreciones abundantes
- ❖ Inestabilidad hemodinámica
- ❖ Arritmias graves
- ❖ Apnea
- ❖ Disminución de nivel de conciencia
- ❖ Traumatismos craneales o faciales

Fig. 23
Tipos de ventilación mecánica



Fig.23 En la imagen que se encuentra de lado izquierdo se puede apreciar un ejemplo de la ventilación mecánica no invasiva (sistema CPAP) observando el ventilador y el circuito conectado a la interface (la cual es adaptada al paciente de tal manera que cubra nariz y boca), en este tipo de ventilación la presión positiva es constante, a diferencia de la imagen de lado derecho donde se observa al paciente con un tubo endotraqueal conectado al respirador y totalmente monitorizado.

Usme M. (2016). *Ventilación mecánica invasiva y no invasiva niveles de evidencia*. Consultado: oct 2017. Disponible en: <https://www.slideshare.net/mauricioalejandrousmearango/ventilacion-mecanica-invasiva-y-no-invasiva-niveles-de-evidencia>

2.1.2 Ventilación mecánica invasiva

- ❖ Se caracteriza por la utilización de una vía respiratoria artificial, como una traqueotomía o un tubo endotraqueal (TET).
- ❖ La ventilación invasiva con lleva un riesgo mayor de complicaciones graves como neumonía asociada al respirador (NAR), de manera que siempre sea posible se debe utilizar la ventilación mecánica no invasiva

2.1.2.1 Indicaciones

La ventilación mecánica invasiva está indicada en los casos en el que el organismo:

- ❖ Falla ventilatoria inminente: Deterioro progresivo en gases arteriales, aumento del trabajo respiratorio.
 - a) No puede cubrir las demandas de oxígeno a través de la respiración espontánea valores de PaO₂ inferiores a 60 mmHg (hipoxemia) (Cristancho GW. 2008).
 - b) No es capaz de eliminar adecuadamente el dióxido de carbono (CO₂) producido. PaCO₂ mayores a 60 mmHg (hipoventilación)
- ❖ Incapacidad para movilizar secreciones.

Hay varias enfermedades que pueden incrementar la demanda de oxígeno, como los trastornos del sistema respiratorio, las enfermedades neuromusculares e insuficiencia del sistema cardiovascular, a continuación se mencionan algunas:

- ❖ Síndrome de dificultad respiratoria del adulto (SDRA).
- ❖ Edema pulmonar
- ❖ Atelectasia
- ❖ Tórax inestable
- ❖ Proceso postoperatorio (obesidad, probable sepsis, politransfusión etc.)
- ❖ Neumonía
- ❖ Politraumatismo, especialmente en los casos de traumatismo craneoencefálico, traumatismo de la columna vertebral.
- ❖ Shock
- ❖ Insuficiencia de órganos o sistemas múltiples
- ❖ Estado de coma

2.2 CONCEPTOS BÁSICOS DE VENTILACIÓN MECÁNICA

2.2.1 Presión

La presión (P) es el resultado de aplicar una fuerza (F) sobre una superficie (S).

2.2.1.1 Gradiente de presión

Llamamos gradiente de presión a cualquier diferencia en el valor absoluto de presión entre 2 puntos de un gas, en ventilación mecánica son especialmente importantes los gradientes que se establecen entre el ventilador y la vía aérea (PG - Paw) y entre la vía aérea y el alveolo (Paw - PA).

2.2.2 Volumen (V)

Cantidad de aire que se otorga al paciente, unidad de medición litros y mililitros.

2.2.3 Flujo

Se define como el movimiento de fluido consecuente a la aparición de un gradiente de presión y que tiende a compensarlo. Unidad de medición l/min y el l/s. (Net Á, Benito S. 1998).

2.2.4 Resistencia (R)

Conjunto de determinantes existentes entre los 2 puntos de un gradiente de presión y que modulan el flujo circulante. Se considera constante

Se conocen 2 tipos de resistencia

- Resistencia fijas debido al ventilador, turbulaturas y tubo orotraqueal.
- Resistencia variable que a su vez se dividen en resistencia elásticas (debido al parénquima pulmonar y a la caja torácica) y resistencia al flujo (en relación al diámetro efectivo de las vías aéreas).

2.3 FUNCIONAMIENTO DEL VENTILADOR MECÁNICO

Los ventiladores mecánicos precisan una fuente eléctrica, otra de oxígeno y otra de aire comprimido para su funcionamiento.

Los gases penetran en el ventilador mecánico y se almacenan en un fuelle o bolsa reservorio, a una presión constante (denominada presión de trabajo) desde el fuelle se va enviando un flujo de gas, según las necesidades y programación establecidas, hacia la rama inspiratoria (procesado), controlándose este flujo a través de un transductor y una válvula inspiratoria, la cual abre en el momento de la inspiración (López J, Morales J. & Quesada A. 2007).

Una vez finalizada esta, el paciente exhala el aire y es recogido en la rama exhalatoria, siendo analizados, también, presión y flujo exhalatorios. El control exhalatorio se realiza a través de una válvula exhalatoria que se abre para permitir el paso del aire y se cierra en la inspiración. El aire exhalado sale al ambiente a través de una válvula sin retorno.

Fig. 24
Funcionamiento del ventilador mecánico

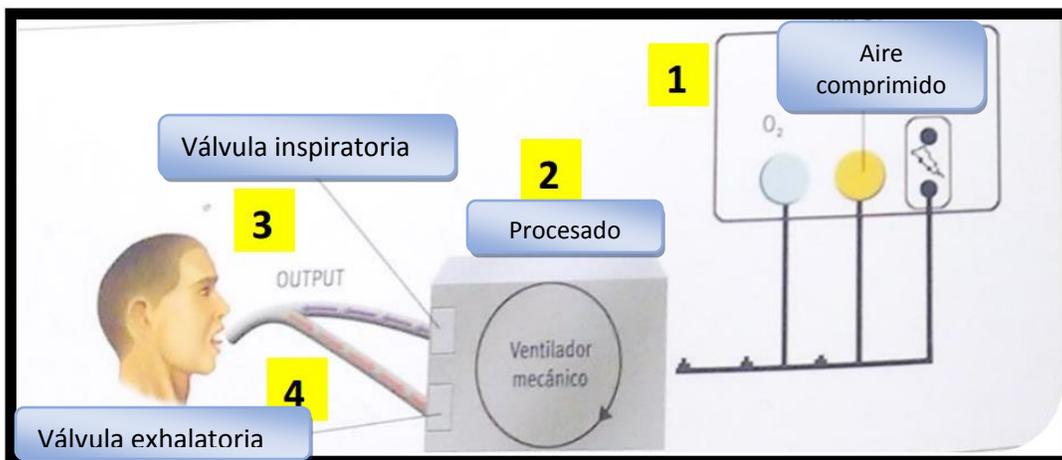


Fig.24 Observamos el funcionamiento del ventilador mecánico 1.Fuente eléctrica, oxígeno y aire comprimido, 2. Los gases medicinales son procesados de acuerdo a los parámetros de programación establecidos. 3. Rama inspiratoria hacia el paciente, 4. Rama exhalatoria dirigida al medio ambiente.

López J, Morales J. & Quesada A. (2007). *Cuidados al paciente crítico adulto*. Valencia, Madrid. Editorial DAE. p.260

2.4 CICLO VENTILATORIO

El ciclado es el mecanismo por el cual cesa la inspiración y se inicia la fase de exhalación.

2.4.1 Clasificación por el tipo de ciclado ventilatorio

Existen 4 tipos de ciclado ventilatorio:

2.4.1.1 Ciclado por presión

- ❖ Cuando se alcanza una presión prefijada en las vías aéreas se abre la válvula espiratoria y cesa el flujo inspiratorio. Generan baja presión y pequeña resistencia interna.
- ❖ Su principal inconveniente está en que cuando varían las características mecánicas del paciente (compliance), cambia el volumen entregado.
- ❖ La variable independiente es la presión, la variable dependiente será el volumen, flujo y tiempo.

2.4.1.2 Ciclado por volumen

- ❖ Se finaliza la insuflación cuando se ha entregado el volumen programado. Genera alta presión y eleva resistencia interna para proteger al pulmón.
- ❖ Su inconveniente es que al cambiar las características mecánicas del paciente (aumento de resistencia por broncoespasmo y disminución de la distensibilidad) se produce un aumento de la presión intratorácica ocasionando riesgo de barotrauma.
- ❖ La variable independiente es el volumen, la variable dependiente será la presión, flujo y tiempo.

2.4.1.3 Ciclado por tiempo

- ❖ Se mantiene constante el tiempo inspiratorio, variando por tanto el volumen que se entrega y la presión que se genera.

2.4.1.4 Ciclado por flujo

- ❖ El paso a la fase espiratoria ocurre cuando el flujo cae por debajo de su valor determinado.
- ❖ Su inconveniente es que pueden no entregarse volúmenes no suficientes y no alcanzar frecuencias respiratorias adecuadas.
- ❖ La variable independiente es el flujo, la variable dependiente será la presión, volumen y tiempo.

2.5 FASES EN EL CICLO VENTILATORIO

2.5.1 Insuflación

El ventilador mecánico genera una presión sobre un volumen de gas y lo moviliza insuflándolo hacia el pulmón (**volumen corriente**) a expensas de un gradiente de presión. La presión máxima se la **presión de insuflación o presión pico (Ppico)**

2.5.2 Meseta

El gas introducido en el pulmón se mantiene en él (**pausa inspiratoria**) durante un tiempo para que se distribuya por los alvéolos. En esta pausa el sistema paciente-ventilador queda cerrado y en condiciones estáticas; la presión que se mide en la vía aérea se denomina **presión meseta o presión pausa**, corresponde a la presión alveolar máxima y depende de la compliancia pulmonar (resistencia elástica que vienen dada por la oposición a la deformación que ofrecen estructuras como el pulmón y la caja torácica) (Net Á, Benito S. 1998).

2.5.3 Deflación

El vaciado del pulmón es un fenómeno pasivo, sin intervención del ventilador mecánico, causado por la retracción elástica del pulmón insuflado. Los respiradores incorporan un dispositivo que mantiene una presión positiva al final de la exhalación para evitar el colapso pulmonar es lo que conocemos como **PEEP**.

Fig. 25
Ciclo ventilatorio

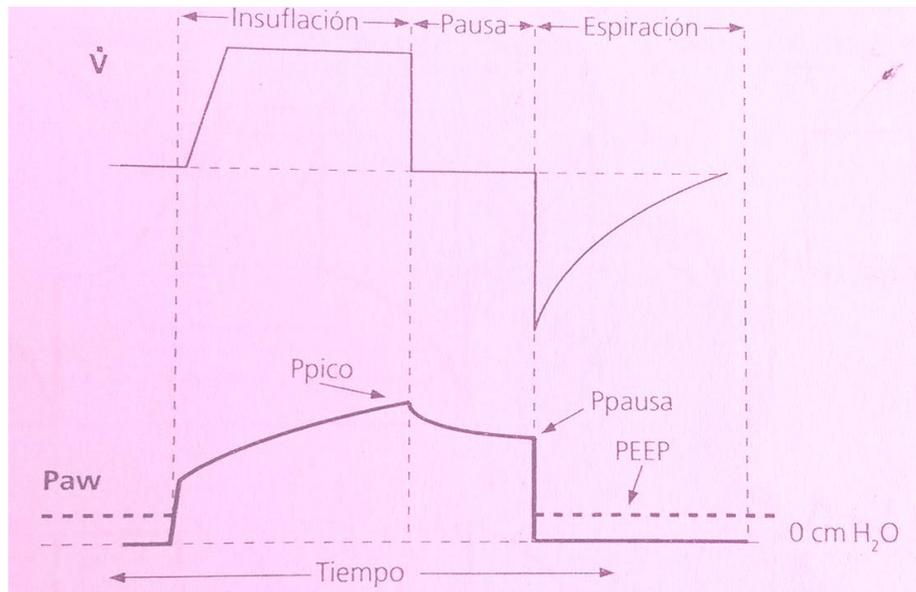


Fig.25 En la imagen que se encuentra en la parte superior observamos la curva de flujo en donde se muestran las 3 fases de del ciclo ventilatorio 1. Insuflación, 2. Pausa inspiratoria o meseta y 3. Deflación o exhalación.

En la gráfica de abajo se muestra la presión en vías aéreas (P_{aw}) señalando la presión pico (P_{pico}), presión meseta o pausa inspiratoria (P_{pauza}) y la presión al final de la exhalación (PEEP)

Herrera M, Abreu S, Mora L, et al. (2003). *Medicina crítica práctica iniciación a la ventilación mecánica puntos clave*. España. Editorial Auroch Health Care. p. 19

2.6 MODOS VENTILATORIOS

El modo ventilatorio determina el grado de participación del propio paciente en su proceso respiratorio. La elección del modo del funcionamiento del respirador viene determinada por la situación clínica del paciente y por los objetivos del tratamiento (Kallus C. 2010).

Características del modo ventilatorio

- ❖ Se selecciona en función del estado clínico del paciente
- ❖ El modo de funcionamiento va a determinar la forma con la que responde el respirador cuando el paciente realiza un esfuerzo inspiratorio.
- ❖ Se modificara de acuerdo a la evolución en el estado de salud del paciente.

Existen 6 modos ventilatorios principales

1. Ventilación controlada (CMV)
2. Ventilación asistida
3. Ventilación asistida controlada
4. Ventilación mandatoria intermitente (IMV)
5. Ventilación mandataria intermitente sincronizada (SIMV)

2.6.1 Ventilación controlada (CMV)

El respirador realiza todo el trabajo ventilatorio ya que el paciente es incapaz de generar fuerza inspiratoria, en otras palabras el ventilador asume el comando de la actividad ventilatoria del paciente sin ninguna intervención de este (Herrera M, Abreu S, Mora L, et al. 2003)

Características:

- ❖ Entrega un flujo de gas programado a una frecuencia determinada
- ❖ La CMV no garantiza la aparición de ventilación espontánea, en periodos prolongados de uso el enfermo se muestra aprensivo y desarrolla cierta dependencia psicológica del ventilador, lo cual dificulta la retirada de este traduciéndose en retención de CO₂.
- ❖ En algunos casos si se requiere utilizar este modo de ventilación en pacientes con esfuerzo inspiratorio se requerirá suprimir el impulso ventilatorio de los pacientes, utilizar un respirador insensible a los esfuerzos de este o utilizar fármacos.

Fig. 26
Curvas en la ventilación mecánica en modo controlada CMV

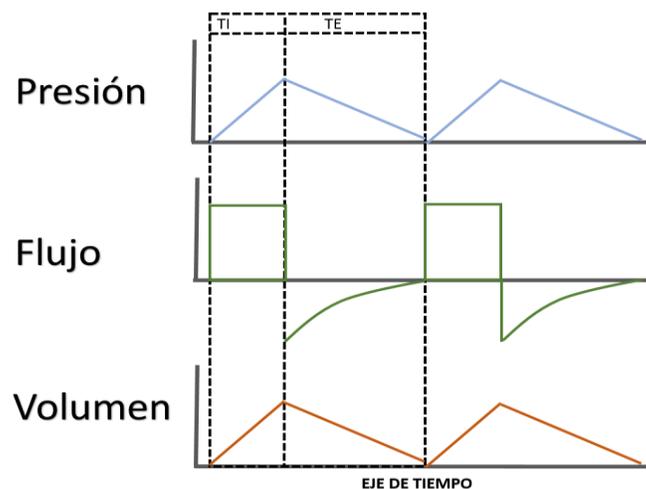


Fig.26 En la imagen se aprecian las gráficas de presión, flujo y volumen en paciente con apoyo ventilatorio con el modo CMV, resaltando la gráfica presión- tiempo nótese que en todo el ciclo respiratorio la presión en la vía aérea es siempre positiva.

Cristancho GW. (2008). *Fundamentos de fisioterapia y ventilación mecánica*. Colombia. Editorial: Manual moderno. Pp.333-334

Herrera M, Abreu S, Mora L, et al. (2003). *Medicina crítica práctica iniciación a la ventilación mecánica puntos clave*. España. Editorial Auroch Health Care. Pp 42-43

2.6.2 Ventilación asistida

La ventilación asistida es un modo ventilatorio en el cual el ventilador cicla en respuesta a un esfuerzo inspiratorio programable (sensibilidad), indicado en paciente con respiración espontánea y debilidad de los músculos (Cristancho GW. 2008).

Características:

- ❖ La sensibilidad en el ventilador mecánico es un mando que detecta el esfuerzo inspiratorio del paciente.
- ❖ Cuando el paciente tiene un esfuerzo inspiratorio, la sensibilidad se programa de una manera tal que su valor de presión sea equivalente a esta. Si el esfuerzo es por ejemplo de -5 cmH₂O y la sensibilidad está programado también en -5 cmH₂O el ventilador libera un ciclo inspiratorio. Si el esfuerzo es mayor, ocurrirá lo mismo pero si el esfuerzo es menor este se perderá puesto que el ventilador no lo detecta.
- ❖ Si el ventilador está muy sensible auto ciclará en respuesta a su presión retrograda y se producirá desadaptación (disociación del paciente con el ventilador)
- ❖ La ventilación total entregada al paciente es la programada en el ventilador y en ningún caso es el demandado por él.

Fig.27
Curvas en la ventilación mecánica en modo asistida

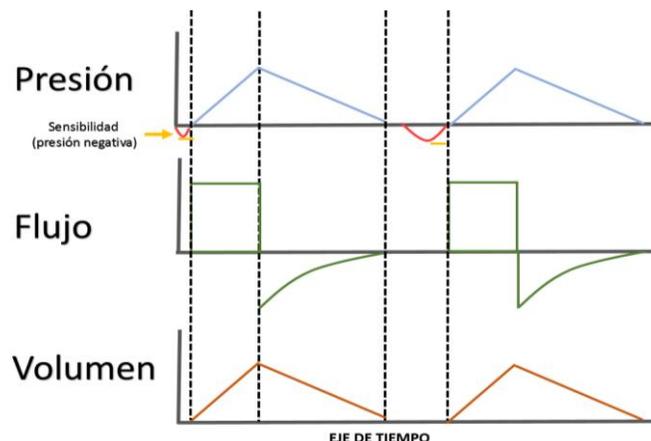


Fig.27 En la imagen se aprecian las gráficas de presión, flujo y volumen en paciente con apoyo ventilatorio en modo asistido. Resaltando la gráfica "presión-tiempo" obsérvese que el inicio de la inspiración describe una curva de presión negativa la cual está determinada por el paciente al detectarlo (sensibilidad) el ventilador manda la ventilación.

Cristancho GW. (2008). *Fundamentos de fisioterapia y ventilación mecánica*. Colombia. Editorial: Manual moderno. p.333

2.6.3 Ventilación mecánica asistida controlada (VMa/C)

Es una combinación del modo controlado y modo asistido. El paciente puede estar en un modo asistido y en caso de que su esfuerzo inspiratorio sea insuficiente, o por alguna razón lo suspenda, entonces el ventilador toma el comando de la ventilación protegiendo al enfermo hasta que este sea capaz de retornar a modo asistido (Herrera M, Abreu S, Mora L, et al. 2003).

Características:

- ❖ El mecanismo que se activa para iniciar el flujo de gas inspiratorio se denomina con la palabra inglesa trigger (mecanismo de disparo) la activación de esta abre la válvula inspiratoria con un tiempo de respuesta que varía según el respirador.
- ❖ Reduce la necesidad de sedación
- ❖ Previene la atrofia de los músculos respiratorios facilitando el proceso de destete.
- ❖ En pacientes despiertos la duración de los ciclos respiratorios puede no coincidir con la programada en el respirador por lo que en ocasiones hay que sedar al paciente.

Fig. 28
Curvas en la ventilación mecánica en modo VMa/C

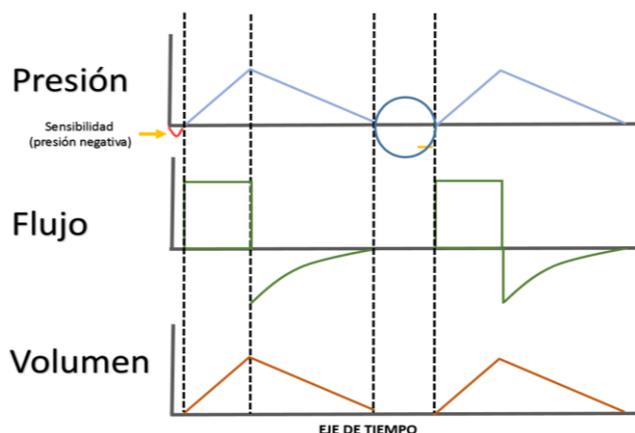


Fig.28 En la imagen se aprecian las gráficas de presión, flujo y volumen en paciente con apoyo ventilatorio en modo VMa/C. Observando en la gráfica de "presión" el primer ciclo en el que inicia la inspiración está determinada por una presión negativa generada por el paciente, en el segundo ciclo no aparece presión negativa por lo cual el respirador manda la ventilación

Cristancho GW. (2008). *Fundamentos de fisioterapia y ventilación mecánica*. Colombia. Editorial: Manual moderno. p.336

Herrera M, Abreu S, Mora L, et al. (2003). *Medicina crítica práctica iniciación a la ventilación mecánica puntos clave*. España. Editorial Auroch Health Care. p 51.

2.6.4 Ventilación mandatoria intermitente (IMV)

Es un modo de ventilación que combina ciclos automáticos del ventilador, con ciclos espontáneos del paciente. El paciente respira espontáneamente, pero periódicamente con una frecuencia y un volumen predeterminado, el ventilador cicla, entregando una respiración controlada, la cual es intermitente porque no se dan ciclos automáticos seguidos, si no que entre uno y otro existe la posibilidad de producir ventilación espontánea (Herrera M, Abreu S, Mora L, et al. 2003).

Características:

- ❖ Indicada para el destete, asegura un nivel mínimo de ventilación (volumen mandatorio prefijado)
- ❖ El paciente tiene que tener actividad inspiratoria espontánea.
- ❖ Inconveniente puede ocurrir en IMV que la liberación de ciclo automático del ventilador ocurra en el momento en que termine la inspiración espontánea del paciente, lo cual produce sobre distensión pulmonar por sumatoria del volumen espontáneo y el volumen automático mecánico.
- ❖ Se puede presentar casos en el que el ciclo automático mecánico se produce cuando el paciente está en fase exhalatoria, lo cual traduce en un aumento de la presión en la vía aérea y el desadaptación por el “choque” de dos volúmenes, el espirado con el mecánico inspirado.

Fig. 28
Curvas en la ventilación mecánica en modo IMV

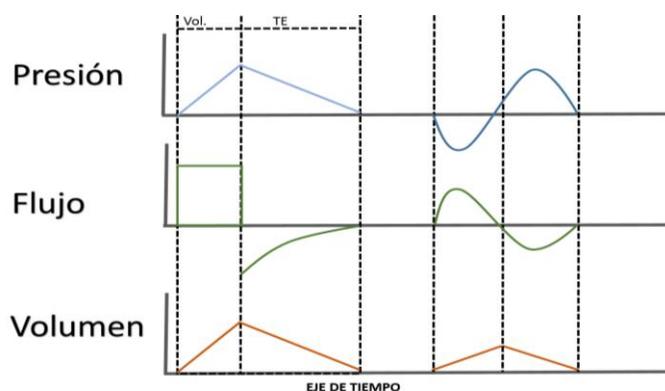


Fig.28 Obsérvese en la curva presión tiempo que el primer ciclo es controlado y el segundo es espontáneo determinado por una presión negativa. Nótese también la modificación de la forma de onda en la curva flujo tiempo. El volumen corriente (curva de abajo) se modifica puesto que él depende de la calidad del ciclo espontáneo.

Cristancho GW. (2008). *Fundamentos de fisioterapia y ventilación mecánica*. Colombia. Editorial: Manual moderno. pp.337

Herrera M, Abreu S, Mora L, et al. (2003). *Medicina crítica práctica iniciación a la ventilación mecánica puntos clave*. España. Editorial Auroch Health Care. Pp 61-63

2.6.5 Ventilación mandatoria intermitente sincronizada (SIMV)

Sincroniza el ciclo del ventilador con el esfuerzo inspiratorio del paciente, es decir, que el ventilador “asiste” al enfermo en el periodo de presión positiva programada a diferencia de IMV, modo en el que el ventilador “controla” el ciclo.

Si el paciente en determinado momento es incapaz de generar presión negativa para desencadenar el ciclo asistido, el ventilador ciclara automáticamente después de transcurrido un tiempo llamado ventana de espera (Herrera M, Abreu S, Mora L, et al. 2003).

Características:

- ❖ Como este modo incluye periodos de ventilación espontánea, actualmente la SIMV es ampliamente usada en el sostén continuo y prolongado debido a la posibilidad real de mantener funcionando la musculatura inspiratoria, a la eliminación de la dependencia psicológica y como paso previa la retirada definitiva del ventilador.
- ❖ El dispositivo responde al esfuerzo inspiratorio del paciente aplicando un volumen corriente únicamente en un intervalo de tiempo establecido; sin embargo entre estos esfuerzos inspiratorios el respirador permite que el paciente respire espontáneamente.

Fig. 30
Curvas en la ventilación mecánica en modo IMV

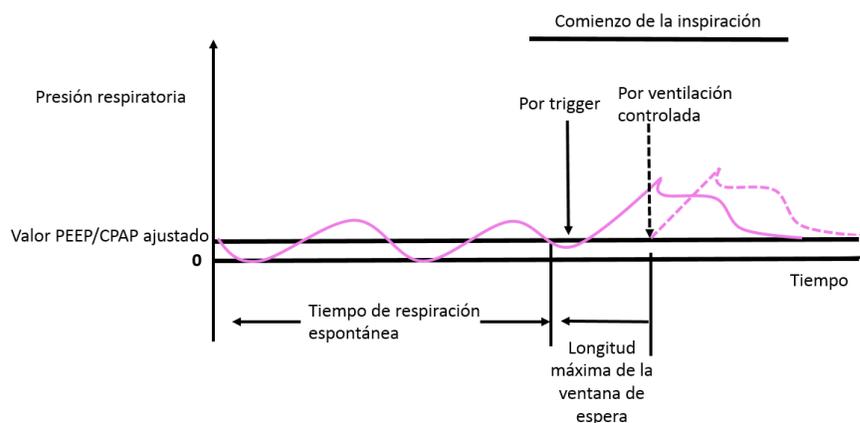


Fig.30 Nótese el inicio del primer ciclo está determinado por una presión subatmosférica (presión ajustada con un valor de PEEP/CPAP), observado después una ventana de espera, el respirador detecta que el paciente no realiza esfuerzo inspiratorio por lo cual inicia la ventilación controlada.

Cristancho GW. (2008). *Fundamentos de fisioterapia y ventilación mecánica*. Colombia. Editorial: Manual moderno. Pp.338

Herrera M, Abreu S, Mora L, et al. (2003). *Medicina crítica práctica iniciación a la ventilación mecánica puntos clave*. España. Editorial Auroch Health Care. p 61-63

2.7 PARÁMETROS DE PROGRAMACIÓN

Los parámetros de programación en el respirador deben ser individualizados para cada pacientes puesto que el comportamiento funcional del sistema respiratorio difiere significativamente de un paciente a otro, incluso en el mismo paciente en diferentes momentos evolutivos, tomando en cuenta las posibles complicaciones que pueden presentarse y que requieren distintas aplicaciones del mismo (Manno S. 2006).

2.7.1 Modo ventilatorio

Existen diferentes modos de ventilación, elija el que se adecue a la condición actual del paciente.

1. Ventilación controlada (CMV)
2. Ventilación asistida
3. Ventilación asistida controlada
4. Ventilación mandatoria intermitente (IMV)
5. Ventilación mandataria intermitente sincronizada (SIMV)/ventilación intermitente por demanda (IDV)

2.7.2 Frecuencia respiratoria (FR)

Número de movimientos respiratorios que aplica el respirador al paciente por minuto. Se utilizan frecuencias respiratorias de 4 a 20 por minuto en el adulto. Durante la fase de desconexión del dispositivo se utilizan las frecuencias respiratorias más bajas.

2.7.3 Volumen corriente o tidal (V_T)

Es el volumen corriente, representa el gas intercambiado en cada respiración efectuada con el respirador.

El V_T fisiológico es entre 5-7 ml/kg, sin embargo este se ajustara inclusive hasta 10 ml/kg por ejemplo en pacientes con EPOC y con síndrome de dificultad respiratoria (Manno S. 2006).

Es importante evitar volumen corriente mayor a 10 ml/kg debido a la asociación de lesiones pulmonares.

2.7.4 Presión inspiratoria máxima (PIM)

Se utiliza cuando se ha decidido ventilar con “presión controlada” es la fuerza máxima a la que el aire será entregado al paciente

Valor de inicio de 20 cm H₂O, este valor se adecua de acuerdo a la respuesta del paciente. (Cristancho GW. 2008).

Previene complicación de barotrauma.

Se consigue una adecuada ventilación

Su magnitud está bastante alejada de los valores críticos de la presión de plateau (35 cm H₂O).

2.7.5 Fracción inspirada de oxígeno (FiO_2)

Es la concentración de oxígeno aportada al paciente

Sus valores:

- ❖ FiO_2 1.0 es igual a 100% de oxígeno puede ajustarse a este valor en un inicio con objetivo de prevenir la hipoxemia y la hipoxia tomando en consideración que al paciente que se le ha colocado ventilación mecánica invasiva está en condiciones que lo ameritan, este valor se ajustara de acuerdo a los resultados de la gasometría arterial.
- ❖ FiO_2 0.5 es igual a 50% de oxígeno evita riesgo de toxicidad por oxígeno, se puede considerar al llegar a un periodo de estabilidad que permitan el mantenimiento de la SaO_2 del paciente por encima del 90% y la PaO_2 por encima de 60 mmHg

2.7.6 Suspiro

Es la introducción de V_T adicional en forma de disparos al paciente para prevenir microatelectasias provocadas por la posición del paciente.

Puede variar ente 8 y 12 por hora y puede programarse en disparos de 2 o 3 seguidos.

No debe utilizarse cuando se decide utilizar ventilación con protección pulmonar.

2.7.7 Tiempo de plateau (pausa inspiratoria o meseta)

Es una pausa opcional, que se realiza tras finalizar la insuflación del gas, durante la cual el pulmón permanece insuflado pero sin que haya flujo, y que finaliza al acabar el tiempo insuflado (Ramos L. & Benito S. 2012).

Se programa entre 0.2 y 2 segundos dependiendo del paciente.

Al igual que los suspiros previene las microatelectasias, estos mecanismos suplen los bostezos fisiológicos.

Manno S. (2006). *Aplicación de la ventilación mecánica*. Nursing. Vol. 24.p. 8

Ramos G. Luis & Benito V. Salvador. (2012). *Fundamentos de la ventilación mecánica*. Consultado: Enero 2018. Disponible en: <http://www.fundamentosventilacionmecanica.com/C8.html#P2>

2.7.8 Presión positiva al final de la exhalación (Peep)

Presión positiva que existe en los pulmones al final de la exhalación, restablece o mantiene el volumen pulmonar.

Tras el aporte del V_c durante la inspiración, permitimos que el paciente sometido a VM realice la espiración con una presión basal de 0 cmH_2O . Se añaden niveles bajos de PEEP (3 a 5 cmH_2O) para evitar la pérdida de volumen pulmonar secundaria a la intubación estos valores son tolerados adecuadamente por casi todos los pacientes entubados (Kallus C. 2010).

Se considera que una PEEP superior a 5 cmH_2O tiene un carácter terapéutico y, por ello, se utiliza en el tratamiento de hipoxemia refractaria secundarias a atelectasias.

Si el incremento de la FiO_2 no aumenta apreciablemente la PaO_2 , se indicara aumento de la PEEP para la apertura de los alvéolos colapsados y para la prevención de una pérdida adicional del volumen pulmonar y al disminuir la FiO_2 se evita la toxicidad por oxígeno.

La PEEP influye en los valores:

- ❖ PaO_2 (nivel normal entre 60 y 100 mmHg)
- ❖ SpO_2 debe tener un valor por encima de 90% (cifra que representa nivel más bajo clínicamente aceptado), la oximetría de pulso se debe utilizar para determinar las tendencias, más que para comprobar la oxigenación real del paciente (hay que recordar que un paciente con acidosis respiratoria aguda puede presentar una SpO_2 superior al 90%).

2.7.9 Tasa de flujo

Es la velocidad con la que se aporta el volumen corriente.

El parámetro establecido será aquel que permita mantener la relación I:E en valores 1:2 o 1:3

Los parámetros que modifican la relación I:E son el V_T , FR, TI que la aumentaran o la disminuirán

Si la velocidad del flujo se acorta la relación I:E.

Si la velocidad del flujo se prolonga la relación I:E se estrecha.

Los valores de flujo podrán ser programados o el mismo respirador de acuerdo a las demás variables ventilatorias determinara el flujo.

2.7.10 Forma de onda

La forma de onda depende principalmente del comportamiento de la resistencia de las vías aéreas, del trabajo respiratorio y de las presiones pico y de plateau alcanzadas durante el ciclo ventilatorio.

Existen 4 morfologías del flujo inspiratorio:

1. Onda sinusoidal es la más fisiológica
2. Onda cuadrada disminuye el trabajo respiratorio (es de enorme utilidad durante el destete) produce un flujo de gas prácticamente constante durante toda la inspiración, lo que se traduce en el suministro de igual volumen al comienzo y al final de la fase inspiratoria (Cristancho GW. 2008).
3. Estos dos tipos de onda generan altas presiones pico y de plateau, hecho que es muy evidente en los pacientes con disminución de la distensibilidad
4. Onda desacelerada útil en paciente con disminución de la distensibilidad la cual disminuye la presión en la vía aérea el flujo es mayor al inicio de la inspiración y disminuye de manera progresiva conforme se acerca el final de esta fase del ciclo respiratorio.
El patrón de flujo decelerado produce un descenso de la presión pico, un aumento de la presión media de la vía aérea y una mejoría de la distribución del gas inspirado, lo que puede traducirse en una reducción del espacio muerto y un incremento de la oxigenación y de la ventilación alveolar.
5. Onda acelerante es útil en aquellas situaciones en donde es necesario ventilar el alveolo durante un tiempo inspiratorio corto.

Fig. 31
Morfología del flujo inspiratorio

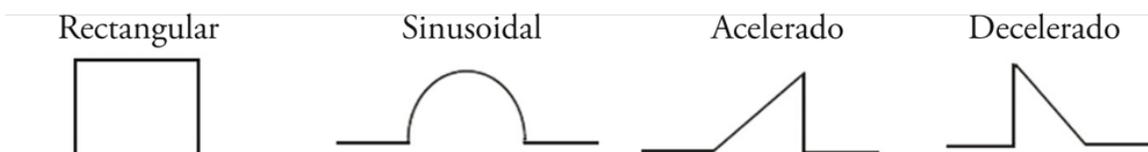


Fig.31 Obsérvese la morfología de cada una de las ondas de flujo la cual será la forma en que será entregado el flujo dependiendo de las necesidades del paciente.

Ramos L. & Benito S. (2012). *Fundamentos de la ventilación mecánica*. Barcelona: Editorial Marge medica books. Consultado: Enero 2018. Disponible en: <http://www.fundamentosventilacionmecanica.com/flipping/>

Cristancho GW. (2008). *Fundamentos de fisioterapia y ventilación mecánica*. Colombia. Editorial: Manual moderno. p.368

2.7.11 Sensibilidad (trigger)

Mecanismo del ventilador que consiste en sensores que se activan cuando detectan una caída de presión o un cambio de flujo en el circuito respiratorio. Identifica el esfuerzo inspiratorio del paciente para luego iniciar el ciclo inspiratorio. Sensibilidad se refiere al ventilador y el esfuerzo inspiratorio se refiere al paciente

Si su valor es próximo a la línea de base (cero), el ventilador será más sensible al esfuerzo inspiratorio del paciente. Si su valor se aleja del cero el esfuerzo que el paciente debe realizar será mayor.

Los valores de inicio de este comando se sitúan por lo general entre -2 y -5 cmH₂O; sensibilidades menores (más alejadas del cero) obstaculizan el disparo del ventilador puesto que el ventilador debe hacer esfuerzos mayores. Sensibilidades mayores (cerca del cero) pueden provocar el disparo del ventilador en respuesta a la presión retrograda del circuito.

Una vez activado el trigger, se abre una válvula neumática (válvula de demanda) para permitir el flujo de gas hacia el paciente (válvula inspiratoria). El tiempo de respuesta de esta válvula es crucial para la adaptación a la ventilación asistida, de tal manera que los tiempos de respuesta prolongados conllevan un mayor esfuerzo que, al no verse compensado con la entrega de gases, originan mayor ansiedad y desadaptación. Para evitar esto se recomienda tiempos de respuesta inferiores a 100 milisegundos (Cristancho GW. 2008).

2.7.12 Alarmas

Son dispositivos acústicos o luminosos que tienen los respiradores y cuyo fin es vigilar y llamar la atención sobre determinados eventos, que requieren la vigilancia o acción por parte del clínico

Deben ajustarse los niveles de alarmas a las condiciones particulares de cada paciente. Establezca su valor sumando o restando el 10% de valor de base del parámetro que desea monitorizar. Por ejemplo, si la PIM límite es de 30 cmH₂O, la alarma de alta presión debe ubicarse en 36 cmH₂O y la de baja presión en 24 cmH₂O (Herrera M, Abreu S, Mora L, et al. 2003).

Cuando alguna alarma se active busque la causa y colabore con el fisioterapeuta respiratorio y con el médico para coordinar los cuidados y ayudar al paciente a tolerar el tratamiento, es importante no apagar una alarma ni permita que lo hagan si el problema no se ha resuelto. Tampoco establezca niveles exagerados de disparo pues podría traer complicaciones graves al paciente, recuerde que una alarma puede potencialmente salvarle la vida.

Tabla núm. 5
Posibles causas de la activación de alarmas en el ventilador mecánico.

Alarma/problemas	Posible causa
Baja presión en las vías	<ul style="list-style-type: none"> *Desconexión de las turbulaturas, filtros, sistemas de humidificación. *Neumobalón del tubo endotraqueal con poca presión.
Elevada presión en las vías.	<ul style="list-style-type: none"> *Presencia de obstáculos en las vías, tapones mucosos. *Sedación insuficientes y el paciente está semidespierto y disociación ventilatoria. *Broncoespasmo.
Volumen mínimo menor del programado.	<ul style="list-style-type: none"> *Desconexión *Poca presión en el neumobalón *Fistula pleurobronquial
Volumen minuto superior al programado	<ul style="list-style-type: none"> *Aumento de la FR en VM asistida *Autodisparo del respirador
Desaturación	<ul style="list-style-type: none"> *Progresión de la patología *Desadaptación *Nueva patología
Aumento de la FR	<ul style="list-style-type: none"> *Incremento de la demanda respiratoria *Mayor trabajo respiratorio por aumento de las resistencias aéreas o elásticas. *hipoxemia *Dolor, ansiedad

Tabla núm. 5. Se muestran las causas más frecuentes de la activación de alarmas en el ventilador mecánico.

Sánchez R. (2007). *Atención especializada de enfermería al paciente ingresado en cuidados intensivos*. Madrid, España: Editorial Formación Alcalá. Pp.136-137.

Tabla núm. 6
Lo esencial de los parámetros de programación

Parámetro de programación	Programación de valores
<p>Modo ventilatorio Determina la forma con la que responde el respirador cuando el paciente realiza un esfuerzo inspiratorio</p>	<p>1. CMV 2. Ventilación asistida 3. Ventilación asistida-controlada 4. IMV 5. SIMV/IDV</p>
<p>Frecuencia ventilatoria (Fr) Número de ventilaciones enviadas por el respirador al paciente en un minuto</p>	<p>Valores de 4 a 20 por minuto.</p>
<p>Volumen Tidal (V_T) Es el volumen corriente que se entrega al paciente por cada respiración</p>	<p>5 a 7 ml/kg</p>
<p>Presión inspiratoria máxima (PIM) Utilizada en pacientes tipo de ventilación programada con "presión controlada" es la fuerza máxima a la que el aire será entregado al paciente.</p>	<p>Presión de inicio de 20 cm H₂O, este valor se adecua de acuerdo a la respuesta del paciente.</p>
<p>Fracción inspirada de oxígeno (FiO₂) Cantidad de oxígeno que se manda al paciente, repercute de forma directa sobre la PaO₂</p>	<p>Valor normal 0.5 (optima evita la toxicidad por O₂) 1.0 (valor usualmente utilizado al inicio del a ventilación mecánica este valor se ajustara de acuerdo a los resultados de la gasometría arterial.)</p>
<p>Suspiro Es la introducción de V_T adicional en forma de disparos al paciente para prevenir microatelectasias provocadas por la posición del paciente.</p>	<p>Puede variar ente 8 y 12 por hora y puede programarse en disparos de 2 o 3 segundos.</p>

Tabla núm. 6. Síntesis de los principales valores de programación en el ventilador mecánico, (continua).

Tabla núm. 6
Lo esencial de los parámetros de programación

Parámetro de programación	Programación de valores
<p>Tiempo de plateau Es una pausa opcional, que se realiza tras finalizar la insuflación del gas, durante la cual el pulmón permanece insuflado pero sin que haya flujo, y que finaliza al acabar el tiempo insuflado.</p>	Se programa entre 0.2 y 2 segundos dependiendo del paciente.
<p>Presión positiva al final de la exhalación (PEEP) Ayuda a la apertura de los alvéolos colapsados previniendo una pérdida adicional del volumen pulmonar.</p>	De 3 a 5 cmH ₂ O Mayor a 5 cmH ₂ O función terapéutica se utiliza en el tratamiento de hipoxemia refractaria
<p>Tasa de flujo Es la velocidad con la que se aporta el volumen corriente</p>	El parámetro será aquel que permita mantener la relación I:E en valores 1:2 o 1:3
<p>Forma de onda Depende principalmente del comportamiento de la resistencia de las vías aéreas, del trabajo respiratorio y de las presiones pico y de plateau alcanzadas durante el ciclo ventilatorio.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Onda sinusoidal es la más fisiológica 2. Onda cuadrada 3. Onda desacelerada 4. Onda acelerante
<p>Sensibilidad (trigger) Mecanismo del ventilador que consiste en sensores que se activan cuando detectan una caída de presión (esfuerzo inspiratorio del paciente) para luego iniciar el ciclo inspiratorio.</p>	Los valores de inicio de este comando se sitúan por lo general entre -2 y -5 cmH ₂ O
<p>Alarmas Son dispositivos acústicos o luminosos que tienen los respiradores y cuyo fin es vigilar y llamar la atención sobre determinados eventos, que requieren la vigilancia o acción por parte del clínico</p>	Deben ajustarse los niveles de alarmas a las condiciones particulares de cada paciente. Establezca su valor sumando o restando el 10% de valor de base del parámetro que desea monitorizar.

Tabla núm. 6. Síntesis de los principales valores de programación en el ventilador mecánico, resaltando los puntos clave.

2.8 COMPONENTES DEL VENTILADOR MECÁNICO

El ventilador mecánico es un dispositivo compuesto por un motor encargado de impulsar aire programado a una presión hacia la vía respiratoria del paciente.

Lo constituye:

1. Parte posterior
2. Parte frontal
3. Accesorios externos del ventilador mecánico

2.8.1 Descripción y accesorios de la parte posterior

Es el sitio que se encuentra por detrás del ventilador mecánico.

Solemos encontrar:

- ❖ Conexiones a las tomas de alimentación eléctrica
- ❖ Conexiones para tomas de gases medicinales (aire y oxígeno)
- ❖ Sistema para la refrigeración del equipo.

Accesorios externos de la parte posterior:

- ❖ Tubo o conducto de oxígeno
- ❖ Tubo o conducto de aire
- ❖ Filtro de aire
- ❖ Brazo de soporte y mariposa para las tubulaturas

Conexiones a las tomas de alimentación

Concretamente la eléctricas (lo óptimo es que siempre se mantenga conectado sin embargo si no fuese así cuenta con una batería de reserva).

Tomas de los gases medicinales (aire comprimido y oxígeno)

Se podrán conectar a la toma de aire comprimido y oxígeno fijos (ubicados en la pared), en el caso de trasladar al paciente se conectara al tanque de oxígeno y el ventilador cuentan con una turbina interna de aire, así que no será necesario la conexión a la toma de aire (Ramos L. & Benito S. 2012).

Fig. 32
Descripción de parte posterior del ventilador mecánico "SMART"

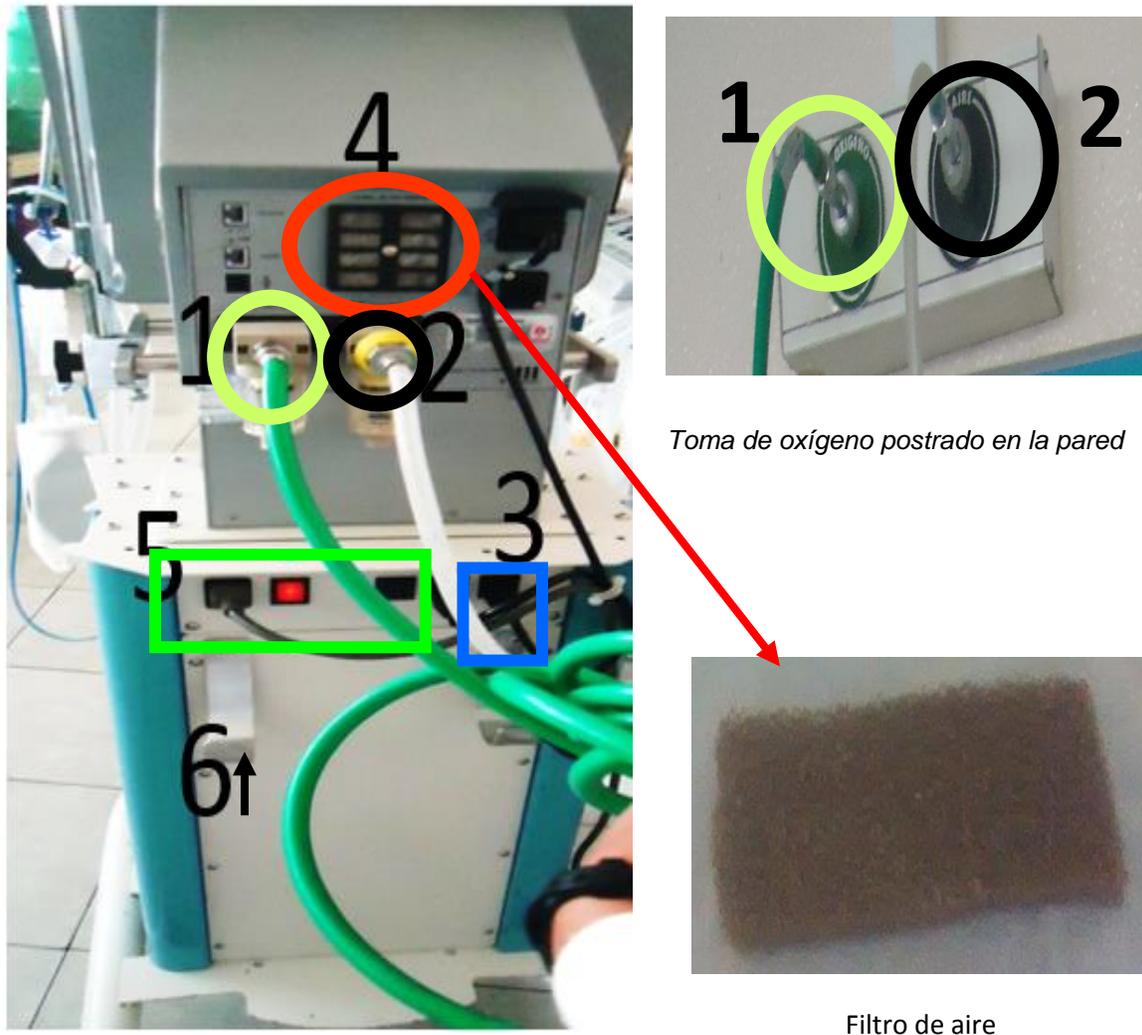
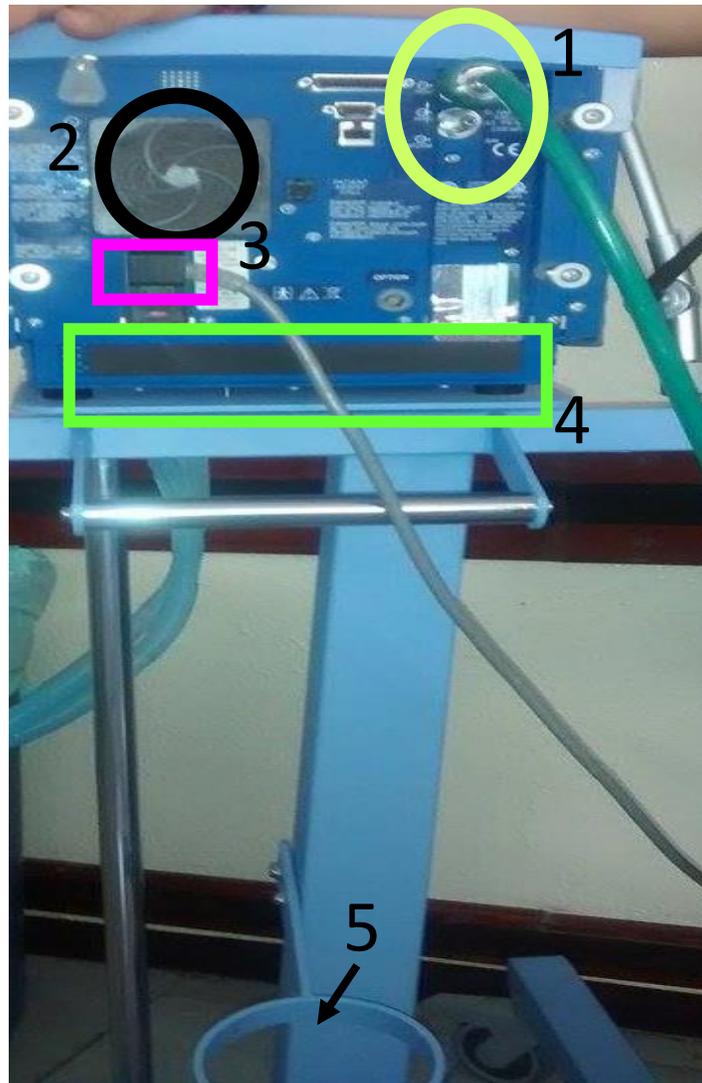


Fig.32 Vista posterior de ventilador mecánico "SMART" observemos las diferentes partes que lo conforman:

1. Conexión de Oxígeno, 2. Conexión de Aire, 3. Conexión de corriente eléctrica, 4. Filtro del ventilador, 5. Serie de enchufes (escuetos), 6. Espacio destinado a toma de Oxígeno.

Silvestre A. (2016). Foto tomada en Hospital de especialidades la Raza, Servicio de inhaloterapia. México.

Fig. 33
Descripción de parte posterior ventilador mecánico “VELA”



*Fig.33 Ventilador VELA descripción de la vista posterior:
1. Conexión de Oxígeno, 2. Turbina generadora de Aire, 3. Conexión de corriente eléctrica, 4. Filtro del ventilador 5. Espacio destinado a taque de Oxígeno*

Silvestre A. (2016). Foto tomada en Hospital de especialidades la Raza, Servicio de inhaloterapia. México.

Fig. 34
Parte lateral del ventilador mecánico

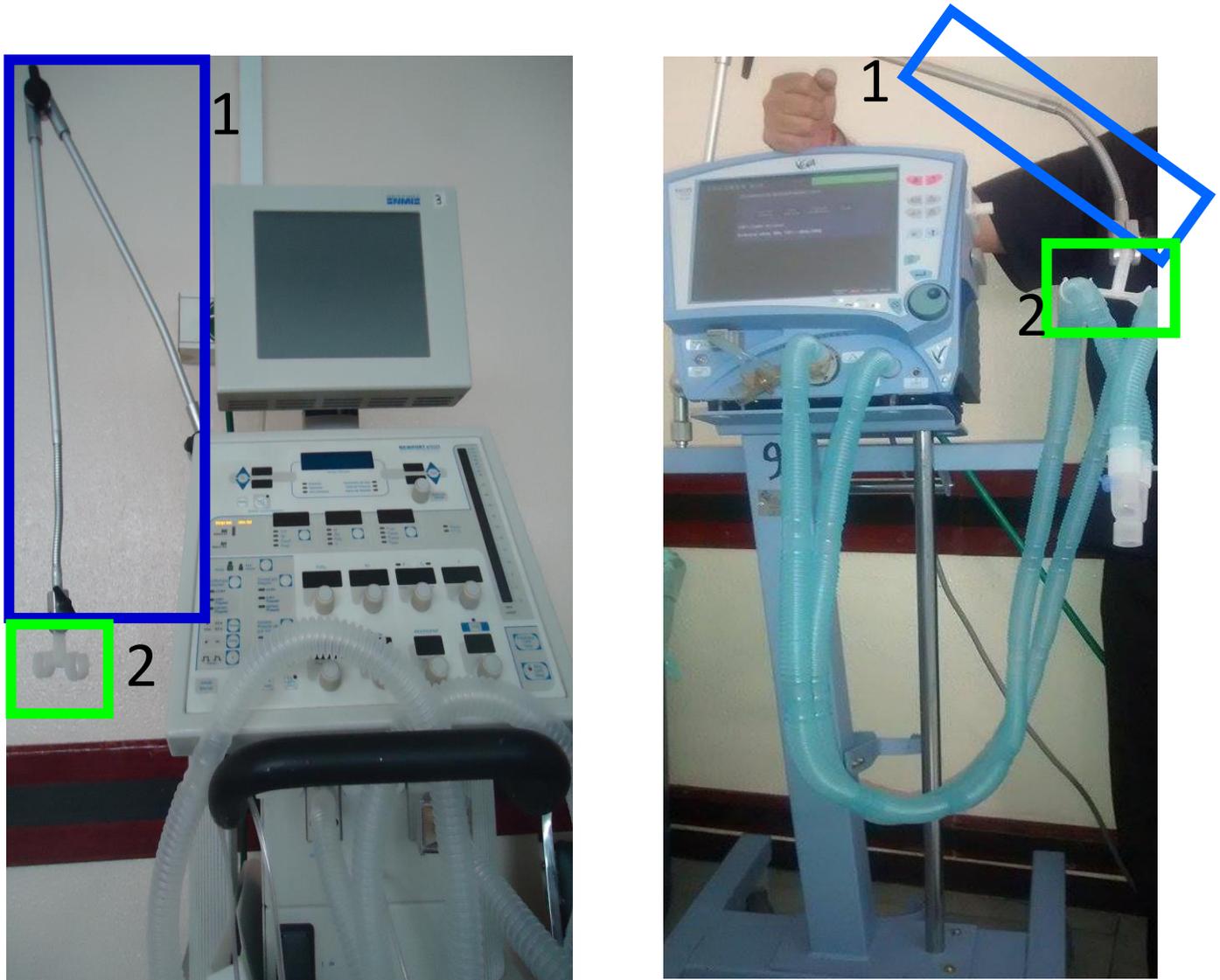


Fig.34 Obsérvese los brazos de soporte(1) con pieza accesorio "mariposa"(2) la cual se encuentra sujetando las turbuladoras del lado izquierdo Ventilador "NEWPORT e 500" y del lado derecho Ventilador "VELA".

Silvestre A. (2016). Foto tomada en Hospital de especialidades la Raza, Servicio de inhaloterapia. México.

2.8.2 Descripción y accesorios de la parte frontal

Parte frontal: Es el sitio que se encuentra por enfrente del ventilador mecánico.

Está constituido por:

- ❖ Monitor
- ❖ Panel del ventilador mecánico (panel de control, panel de alarmas, panel de monitorización)
- ❖ Conexión para nebulizador
- ❖ Conexión para líneas proximales (sensor de flujo)
- ❖ Válvula de inspiración
- ❖ Válvula de exhalación (Sensor de flujo exhalatorio)
- ❖ Cascada

Accesorios externos de la parte frontal:

- ❖ Equipo de nebulización
- ❖ Líneas proximales
- ❖ Turbulaturas
- ❖ Humidificador y Nariz artificial
- ❖ Conectores
- ❖ Trampa de agua

Monitor

Dispositivo de salida para el ordenador que muestra en su pantalla los resultados de las operaciones realizadas en forma gráfica (se visualizan las acciones y procesos que se ejecutan valores programados, valores totales, alarmas y graficas) (Ramos L. & Benito S. 2012).

Fig. 35
Parte frontal del ventilador mecánico



Fig.35 Obsérvese la parte frontal del ventilador mecánico, del lado izquierdo ventilador “Vela” y de la do derecho ventilador “Newport” en ambos se muestra 1) Monitor, 2) Panel del ventilador mecánico.

Silvestre A. (2016). Foto tomada en Hospital de especialidades la Raza, Servicio de inhaloterapia. México.

Panel del ventilador mecánico

Constituye todos los botones de programación y monitorización permitiendo a los usuarios que vean, manipulen, ajusten y controlen los parámetros y alarmas con los cuales se establece el tratamiento de ventilación y oxigenación que requiere el paciente.

Algunos ventiladores cuentan con un botón para cada función que se desea programar, y otros son “touch” así que estos aparecerán en la pantalla del monitor.

Independiente de la marca y casa comercial distribuidora, todos los VM cuentan con 3 paneles para la programación y monitorización del ventilador mecánico:

1. Panel de control

Alberga todos los mandos que permiten la programación de los parámetros que se desean entregar en cada ventilación y determina todo el proceso.

2. Panel de Alarmas

Dispone principalmente los mandos para vigilar derivaciones de los parámetros programados, indicaran el límite superior e inferior que se pueda llegar a presentar en relación a cada parámetro programado en el panel de control (López J, Morales J. & Quesada A. 2007).

3. Panel de monitorización

Representa el trabajo en conjunto del paciente y el ventilador.

Tabla núm. 4
Panel del ventilador mecánico

Panel	Parámetros
Panel de Control	Modo de ventilación mecánica Frecuencia respiratoria Volumen tidal (volumen corriente FiO ₂ Relación I:E/pausa inspiratoria Trigger PEEP Selector de flujo Nivel de función inspiración
Panel de alarmas	Alarma de volumen minuto (superior e inferior) Alarma de oxígeno (superior e inferior) Alarma de presión (superior e inferior) Alarma de frecuencia respiratoria Alarma de apnea Silenciador de alarma (2 min) Alarma de fluido electro-neumático
Panel de monitorización	Volumen minuto (inspirado y exhalatorio) Presión en vía aérea: pico, media y meseta Nivel de oxígeno Nivel de PEEP/presión en vía aérea Frecuencia espontánea/mecánica Volumen inspirado /exhalado Curvas de ventilación

Tabla núm. 4. Muestra los parámetros a monitorizar en cada panel que componen al ventilador mecánico.

López J, Morales JM & Quesada A. (2007). *Cuidados al paciente crítico adulto*. Madrid España: Editorial Difusión avances de enfermería p.

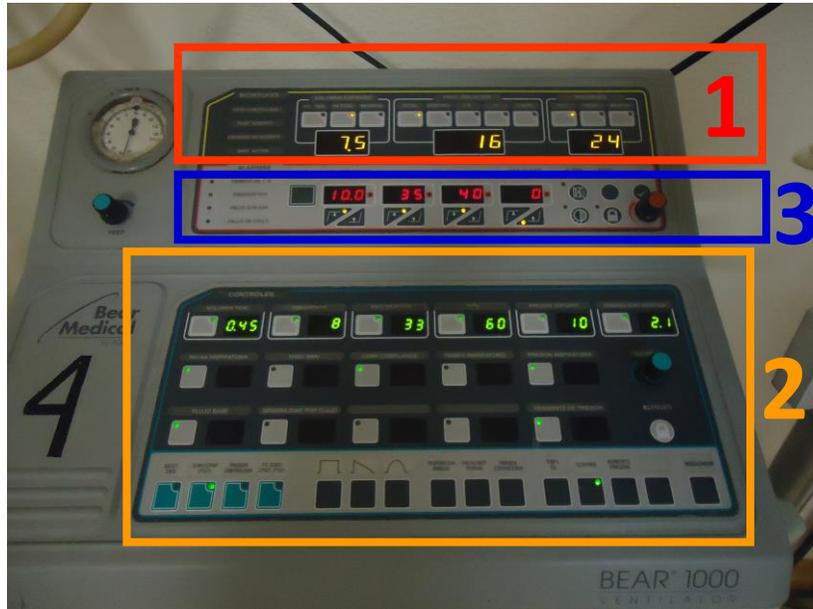
Fig. 36
Parte frontal del ventilador mecánico



Fig.36 Obsérvese la parte frontal del ventilador mecánico, del lado izquierdo ventilador "MATISSE" 1) Monitor, 2) Panel de control 3) Panel de alarmas, 4) Panel de monitorización (valores totales (ventilador-paciente))

Silvestre A. (2016). Foto tomada en Hospital de especialidades la Raza, Servicio de inhaloterapia. México.

Fig. 37
Panel del ventilador mecánico BEAR 1000



*Fig.37 Obsérvese la parte frontal del ventilador mecánico “BEAR 1000”se muestra
1) Panel de monitorización, 2) Panel de control, 3) Alarmas.*

Silvestre A. (2016). Foto tomada en Hospital de especialidades la Raza, Servicio de inhaloterapia. México.

Conexión para nebulizador

Enlace para conectar equipo de nebulización (parte accesorio), con la finalidad de administrar algún tipo de medicamento que sea requerido en el tratamiento del paciente.

Al conectar el equipo de nebulización se activará este comando, su duración será de 15 a 20 min, al término de este tiempo esta función se desactivará automáticamente.

Conexión para líneas proximales

Su función es cesar el flujo, un extremo se conectará en la parte frontal del ventilador y el otro extremo en la "Y" donde se conecta el circuito de inspiración y de exhalación.

Válvula de inspiración para el paciente

Permite la apertura o el cierre del flujo, así como las diferentes variaciones en su magnitud y duración. Este sistema es el que posibilita la inspiración, el que genera un gas presurizado que se administra a la vía aérea del paciente. Para que esto ocurra, la válvula exhalatoria deberá estar cerrada.

Fig. 38
Parte frontal del ventilador mecánico “SMART”

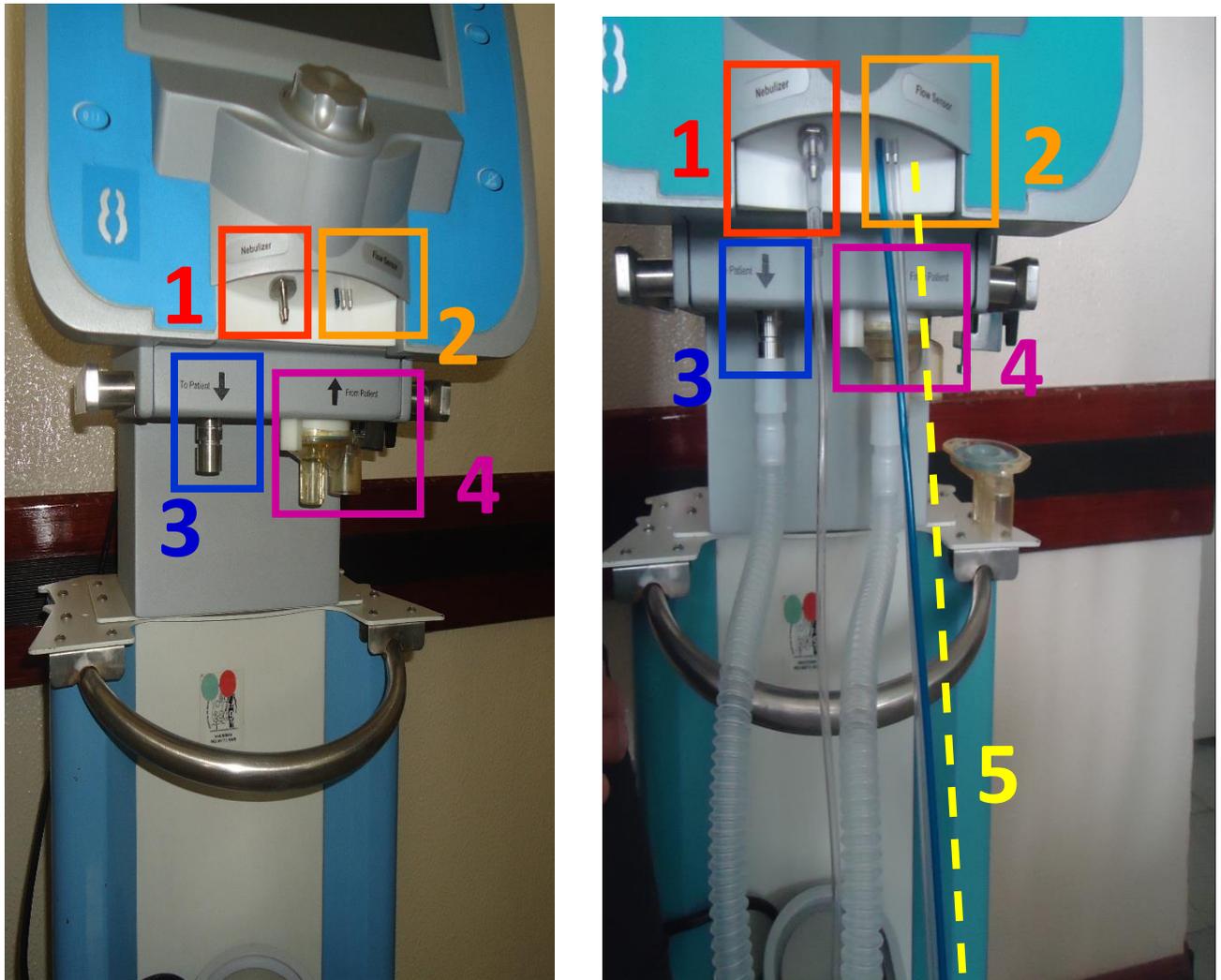


Fig.38 Obsérvese la parte frontal del ventilador mecánico “Smart” se muestra 1)Conexión para nebulizador, 2) conexión para líneas proximales, 3)válvula de inspiración, 4)válvula de exhalación hacia la atmosfera y 5)accesorio de líneas proximales

Silvestre A. (2016). Foto tomada en Hospital de especialidades la Raza, Servicio de inhaloterapia. México.

Válvula de exhalación

La válvula de exhalación se abre al término del tiempo programado para la inspiración, lo que exhala el paciente nunca entra al ventilador ya que la exhalación pasa por un sensor de flujo (capta y mide el flujo) para después ser liberado al medio ambiente.

Fig. 39

Parte frontal del ventilador - válvula de exhalación con sensor de flujo

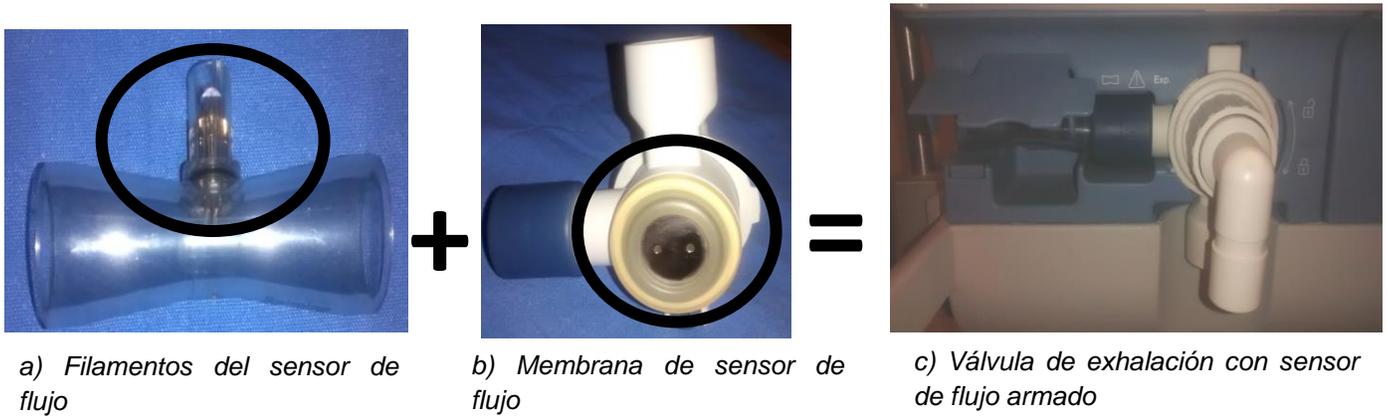
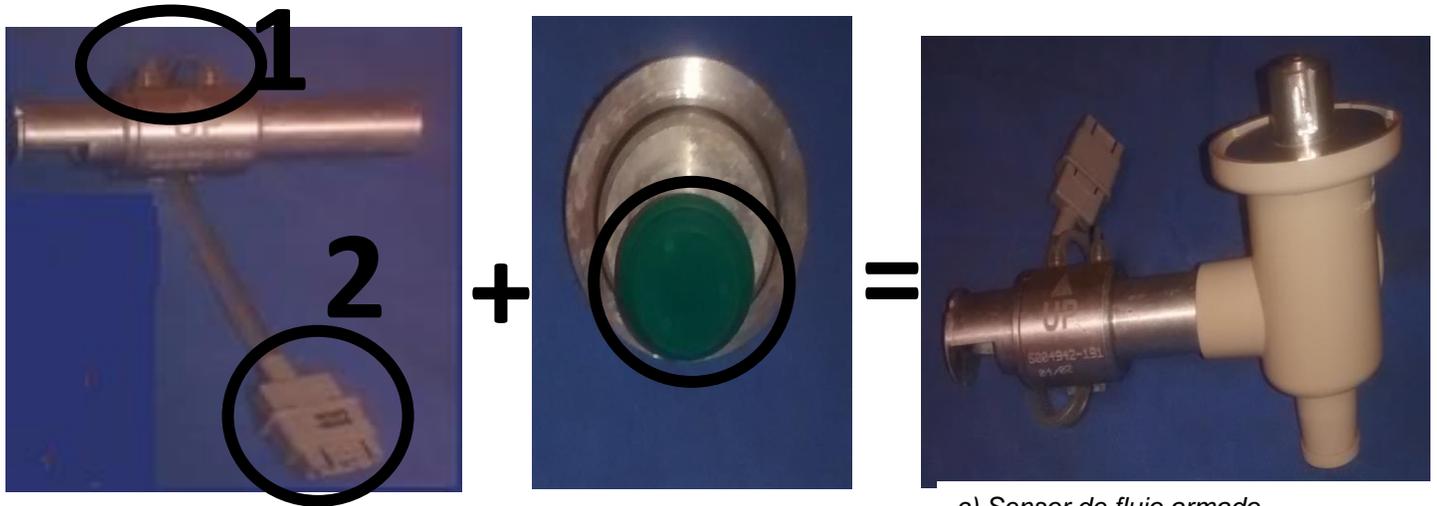


Fig.39 Obsérvese vista frontal ventilador DRAGGER, en la parte superior se muestran las partes por separado que conforman el sensor de flujo de la válvula exhalatoria a) Filamentos del sensor de flujo, b) Membrana de sensor de flujo, c) Sensor de flujo armado y conectado a la exhalación.

Silvestre A. (2016). Foto tomada en Hospital de especialidades la Raza, Servicio de inhaloterapia. México.

Fig. 40**Parte frontal del ventilador - válvula de exhalación con sensor de flujo**

a) 1. Filamentos del sensor de flujo
2. Conexión al ventilador

b) Membrana de sensor de flujo

c) Sensor de flujo armado

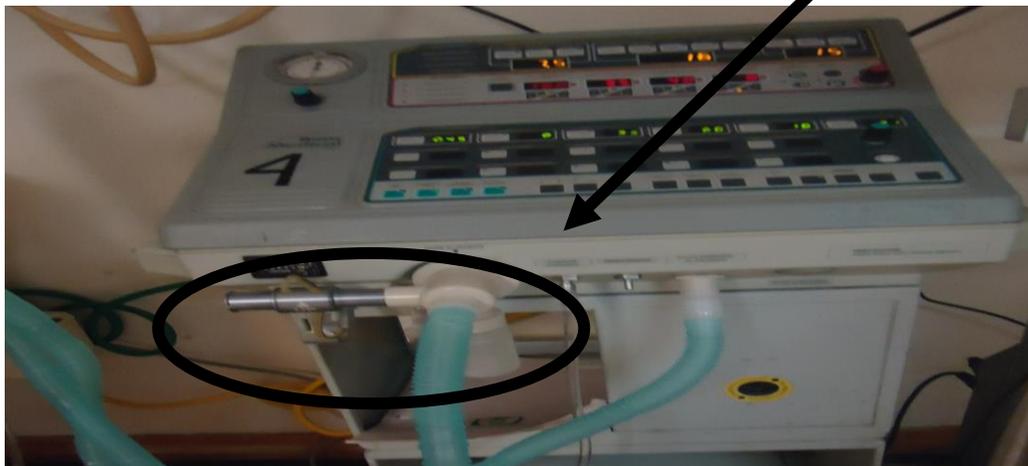


Fig.40 Obsérvese vista frontal ventilador "BEAR 1000", en la parte superior se muestran las partes por separado que conforman el sensor de flujo de la válvula exhalatoria a) Filamentos del sensor de flujo-conexión al ventilador, b) Membrana de sensor de flujo, c) Sensor de flujo armado. En la parte inferior visualizamos el sensor de flujo conectado a la exhalación.

Silvestre A. (2016). Foto tomada en Hospital de especialidades la Raza, Servicio de inhaloterapia. México.

Fig. 41
Parte frontal del ventilador - válvula de exhalación con sensor de flujo

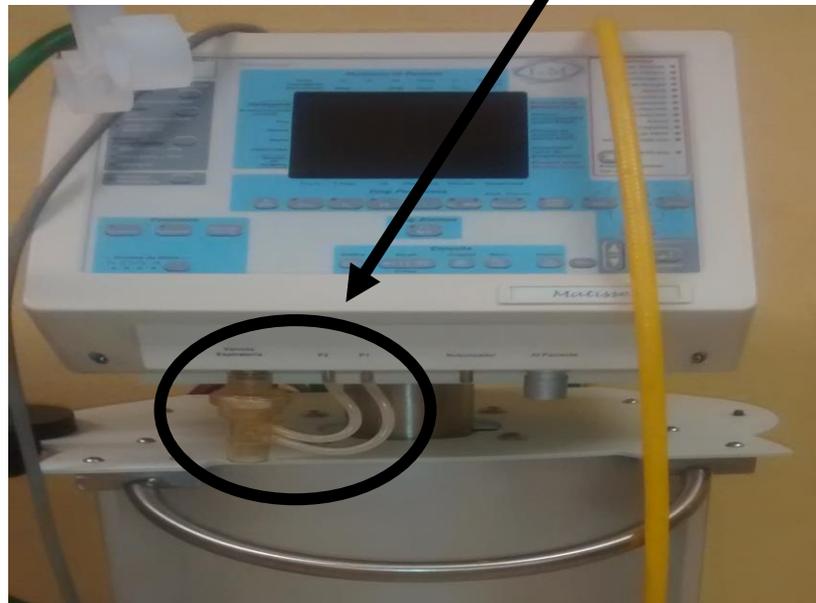
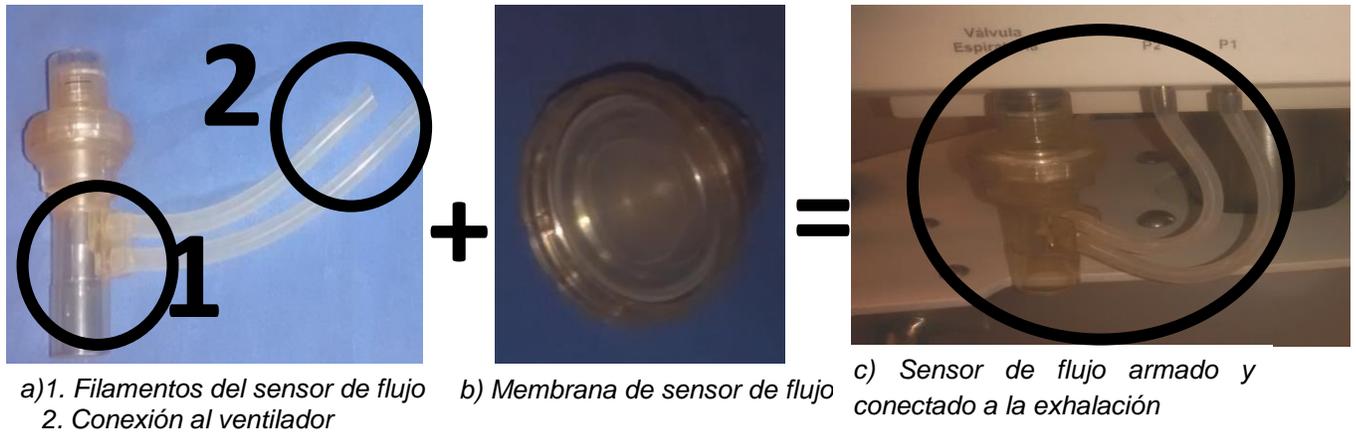


Fig.41 Obsérvese vista frontal ventilador "MATISSE", en la parte superior se muestran las partes por separado que conforman el sensor de flujo de la válvula exhalatoria a) Filamentos del sensor de flujo-conexión al ventilador, b) Membrana de sensor de flujo, c) Sensor de flujo armado. En la parte inferior visualizamos el sensor de flujo conectado a la exhalación.

Silvestre A. (2016). Foto tomada en Hospital de especialidades la Raza, Servicio de inhaloterapia. México.

Cascada

Sitio donde se colocara el humidificador (parte accesoria) que hará 3 funciones al aire inspirado antes de ser enviado al paciente:

1. Filtración: Por medio de un papel filtro colocado en el humidificador llamado "mecha"
2. Humidificación: Se conectara una solución de agua destilada al humidificador, llenándolo hasta el área señalada.
3. Calentamiento: Controlado por un termostato el cual tendrá un cable de conexión para la toma de corriente eléctrica ubicada en la parte posterior del mismo ventilador.

Fig. 42
Parte frontal del ventilador mecánico



Fig.42 Obsérvese la parte frontal del ventilador mecánico "Smart", en la imagen a la izquierda se muestra la cascada en donde se colocara el humidificador y de lado derecho el humidificador armado.

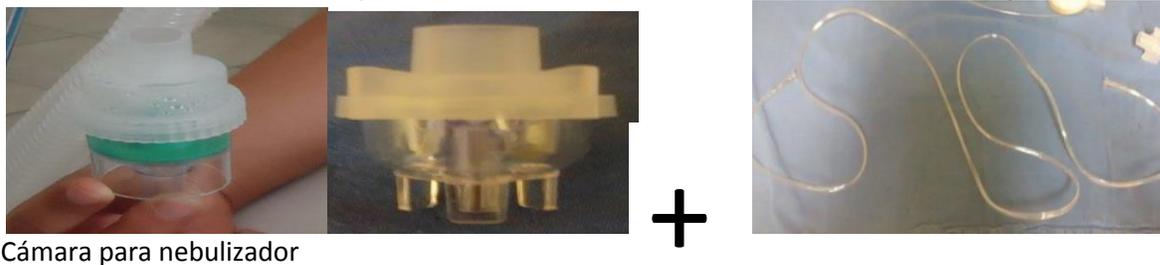
Silvestre A. (2016). Foto tomada en Hospital de especialidades la Raza, Servicio de inhaloterapia. México.

ACCESORIOS DE LA PARTE FRONTAL

Equipo para nebulización

Dispositivo capaz de generar una neblina para administrar medicamentos líquidos desintegrando las partículas de 5 a 1 micra con la finalidad de llegar a los pulmones a realizar su efecto. Se conectara en el ventilador adaptándolo a la salida para nebulización.

Fig.43
Nebulizador (Partes accesorios del ventilador mecánico)



Cámara para nebulizador

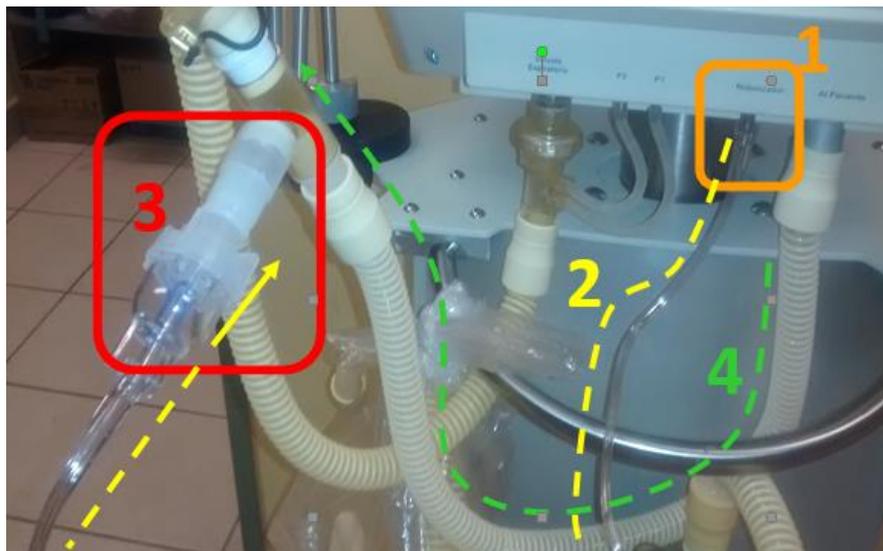


Fig.43 El nebulizador es un parte accesoria del ventilador mecánico, utilizado cuando se ministra un medicamento inhalado principalmente broncodilatadores, Obsérvese en la parte superior se encuentra el equipo de nebulización (cámara para nebulizar y conector) en la parte inferior se muestra ventilador "MATISSE" con equipo de nebulización montado, siguiendo la trayectoria de este iniciamos en la 1) Zona señalada para conectar el equipo de nebulizador, 2) conector del nebulizador, 3) cámara del nebulizador este se conectara al 4) Circuito que dirige la mezcla de gases hacia el paciente.

Silvestre A. (2016). Foto tomada en Hospital de especialidades la Raza, Servicio de inhaloterapia. México.

Líneas proximales

Su trayecto iniciara de la conexión de líneas proximales (sensor de flujo) del ventilador mecánico hasta llegar al conector "Y".

Fig. 44
Líneas proximales (Parte accesorios del ventilador mecánico)

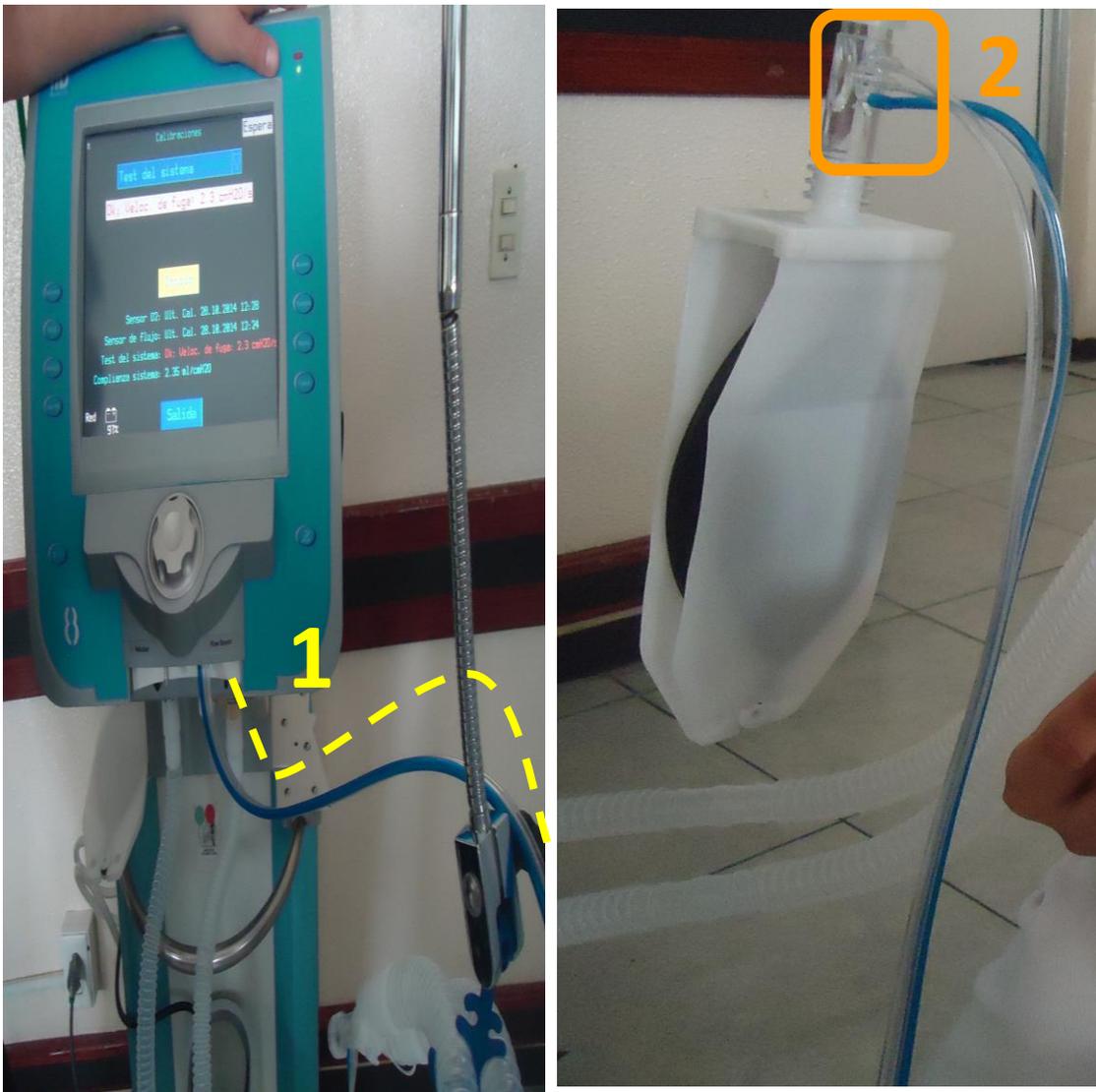


Fig.44 Ventilador SMART vista frontal, accesorio 1) líneas proximales conectadas al ventilador y acopladas al conector "Y" (2).

Silvestre A. (2016). Foto tomada en Hospital de especialidades la Raza, Servicio de inhaloterapia. México.

Fig. 45
Líneas proximales (Parte accesorios del ventilador mecánico)

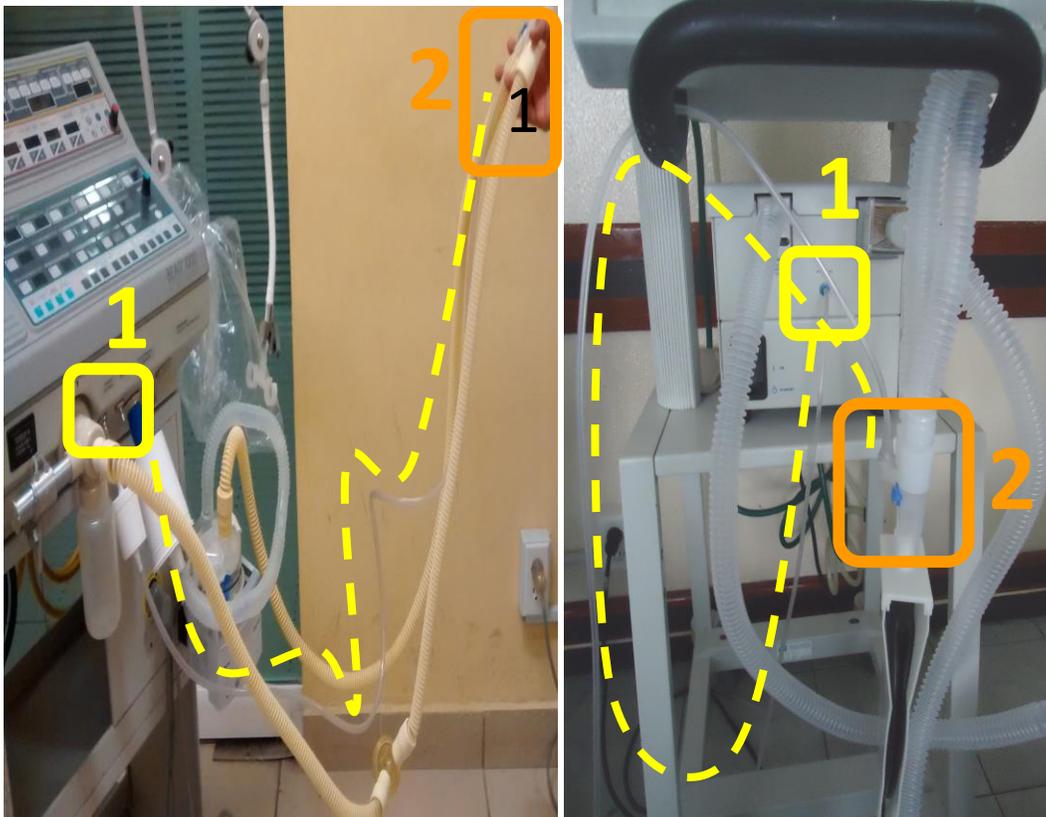


Fig.45 Obsérvese vista frontal Ventilador “BEAR 1000” a la izquierda y ventilador “NEWPORT e 500” a la derecha con accesorio 1) líneas proximales conectadas al ventilador y acopladas al conector “Y”.

Silvestre A. (2016). Foto tomada en Hospital de especialidades la Raza, Servicio de inhaloterapia. México.

Turbulaturas

Son circuitos de forma elástica (facilita la movilidad del paciente en algún tipo de procedimiento) por donde circulara el volumen corriente del ventilador hacia el paciente.

Su trayecto iniciara conectado a la válvula de inspiración hacia la entrada del humidificador y otro circuito conectado a la salida del mismo el cual llegara al conector "Y" para que el volumen corriente sea enviado al paciente, del mismo conector "Y" se conectara otra turbulatura la cual ira directo a la válvula de exhalación para que el aire pueda ser espirado a la atmosfera.

Fig. 46
Turbulatura (Parte accesoria el ventilador mecánico)

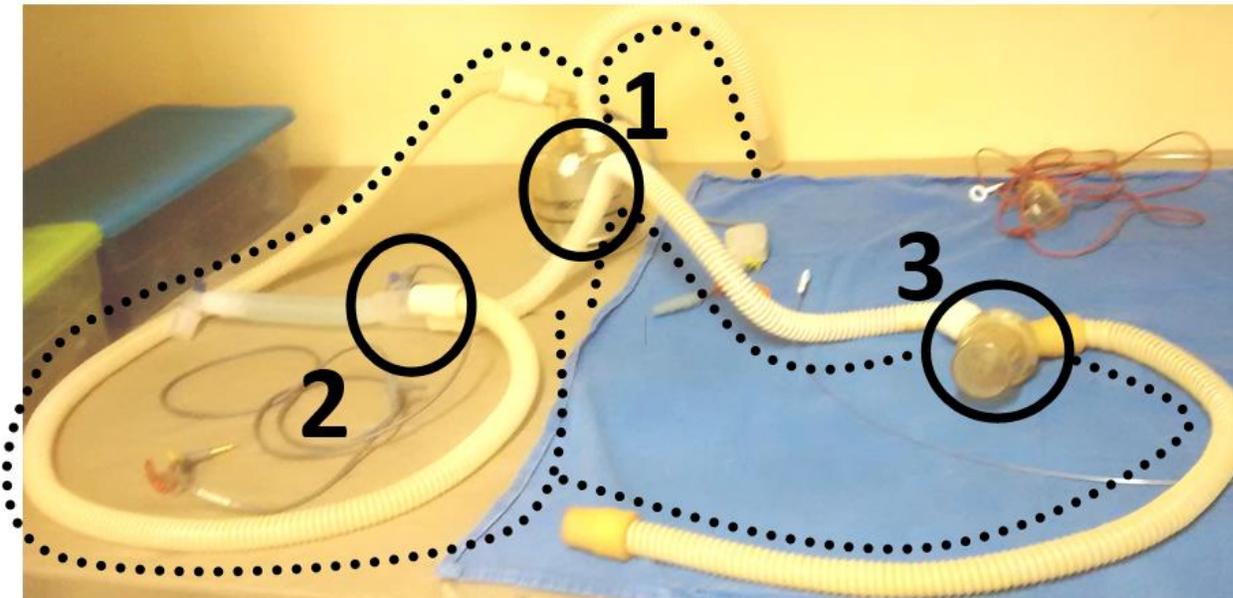


Fig.46 En la figura se muestra ejemplo de circuito armado con 1) Humidificador, 2) Conector tipo "Y" 3) Trampa de agua

Silvestre A. (2016). Foto tomada en HGZ #98, Servicio de inhaloterapia. México.

Fig. 47
Turbulatura

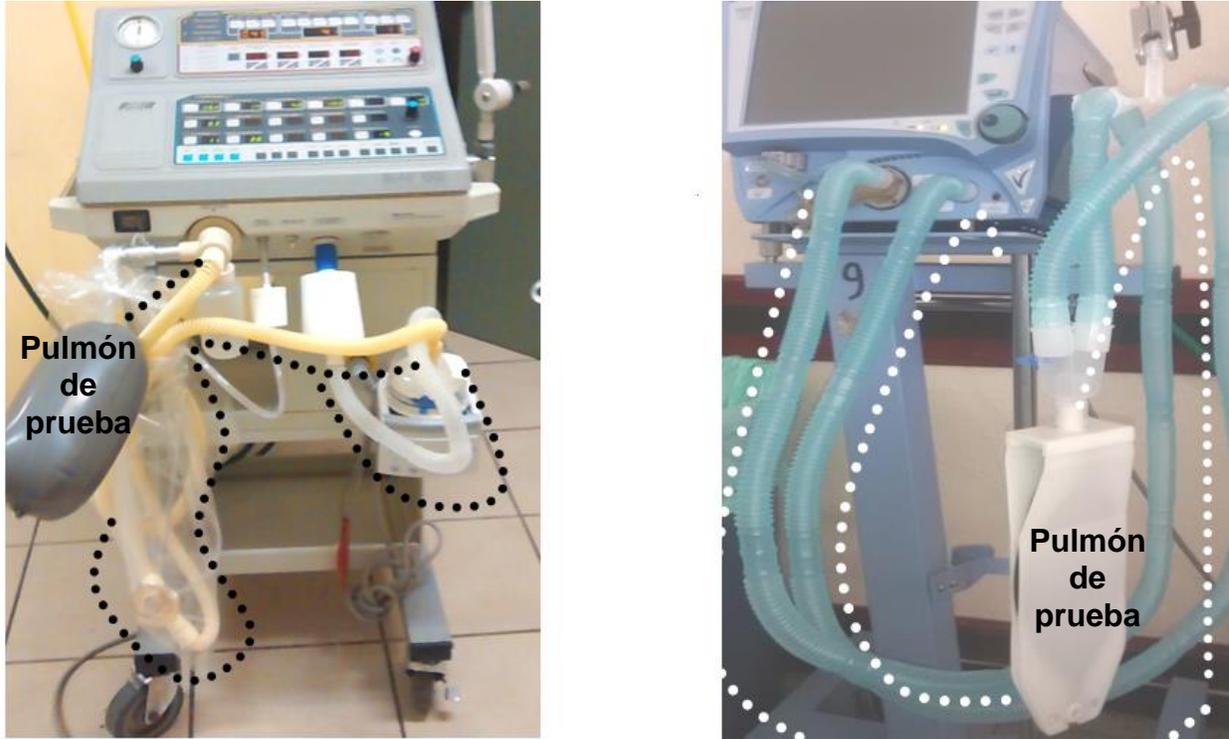


Fig.47 En la figura se observa a la izquierda ventilador “BEAR 1000” y a la derecha ventilador “VELA” ambos con turbulaturas (señaladas con línea punteada) armadas y montadas formando circuito conectado a pulmón de prueba.

Silvestre A. (2016). Foto tomada en Hospital de especialidades la Raza, Servicio de inhaloterapia. México.

Humidificador

Dispositivo que se conectara a la cascada del mismo ventilador, cuenta con las siguientes piezas:

1. Filtración: La mecha es la encargada de filtrar el aire inspirado
2. Humidificación: Se lograra humidificar el aire gracias a la solución de agua destilada conectada al humidificador.
3. Calentamiento: Gracias a la campana de titanio de la cascada la cual funcionara como conductor del calor.
4. Cable termorregulador, Cable censor de temperatura, Cable conector.

Nariz artificial

Son sistemas de humidificación pasiva para la vía aérea artificial. Recoge el calor espirado y la humedad del paciente, y los regresa en la siguiente inspiración. Son de obligatorio uso en pacientes con vía aérea artificial, para evitar hipotermia, alteración del epitelio de las vías respiratorias.

Fig. 48

Humidificador / Nariz artificial (Partes accesorios del ventilador mecánico)

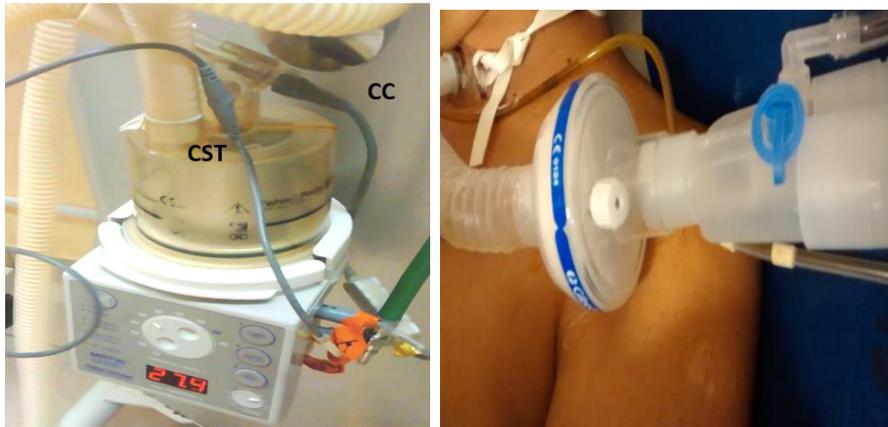


Fig.48 En la imagen de lado izquierdo se muestra humidificador colocado sobre el área de la cascada para poder regular la temperatura del aire antes de mandarla al paciente. De lado derecho se muestra nariz artificial conectada a paciente con traqueotomía ensamblada a la pieza "Y" y al circuito inspiratorio. Ambas partes accesorias realizan las mismas funciones, humidificar, calentar y filtrar el aire antes de ser enviado al paciente.

Silvestre A. (2016). Foto tomada en Hospital de especialidades la Raza, Servicio de inhaloterapia. México.

Global Healthcare. (2016). *Oxigenoterapia*. Consultado: Diciembre 2017. Disponible en:

http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjW6KrUuLrZAhVLq1MKHadJBMcQFggoMAA&url=http%3A%2F%2Fglobalhealthcare.net%2Ffichas%2Ffiltrosintercambiadores.pdf&usg=AOvVaw3falm_LGfyqrkNQQDjtsu

Conectores

Piezas complementarias que servirán para el ensamblaje de las tubulaturas y puntos de conexión con algún accesorio.

- Pieza Y de jacson
- Pieza T
- Codos

Pieza Y: Cuenta con 3 conexiones

1. Conexión del circuito inspiratorio
2. Conexión al paciente
3. Conexión al circuito de exhalación
4. Conexión líneas de flujo ó Cable sensor de temperatura

Pieza T: Accesorio utilizado para adaptar el equipo de nebulización.

Cuenta con 3 partes:

1. Conexión a la inspiración
2. Conexión a la exhalación
3. Conexión al nebulizador.

Codos: Adaptadores, especialmente utilizados para ajustarse a la traqueotomía del paciente y así evitar que al mover las tubulaturas en algún procedimiento este se desconecte.

Fig. 49
Conectores (Partes accesorios del ventilador mecánico)

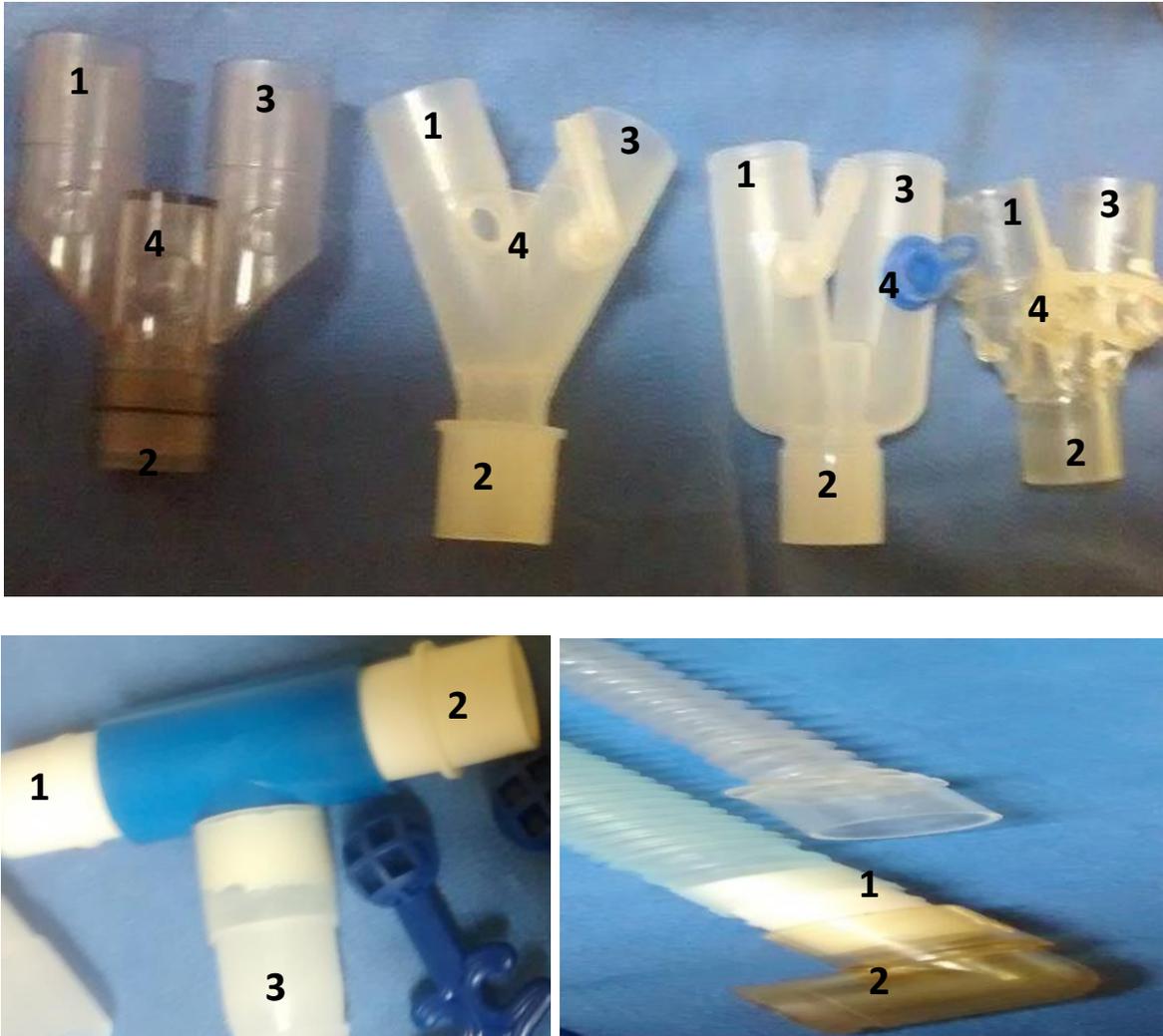


Fig.49 Se muestran los diferentes tipos de conectores, en la parte superior pieza en "Y" 1.Conexión a circuito de inspiración, 2.Conexión a paciente, 3.Conexión a circuito de exhalación 4.Conexión línea proximal o Cable sensor de temperatura. En la parte inferior izquierda conectores tipo "T" Conexión a circuito de inspiración 1.Conexión a circuito de exhalación, 2.Conexión cámara de nebulizador. En la parte inferior derecha los conectores tipo codo 1.Conexión a circuito de inspiración, 2.Conexión a traqueotomía o Cánula oro traqueal.

Silvestre A. (2016). Foto tomada en Hospital de especialidades la Raza Servicio de inhaloterapia. México.

Trampa de agua

El vapor de agua es uno de los componentes del aire, el cual tiende a condensarse, por lo tanto es necesario colocar este accesorio para evitar que el vapor de agua se quede en las turbulaturas.

Fig. 50
Trampa de agua (Parte accesoria del ventilador mecánico)



Fig.50 Se pueden observar las trampas de agua, accesorio que evita que el agua condensada se quede en las turbulaturas.

Silvestre A. (2016). Foto tomada en Hospital de especialidades la Raza, Servicio de inhaloterapia. México.

Capítulo 3.

Intervenciones de enfermería en la ventilación mecánica



CAPÍTULO 3. INTERVENCIONES DE ENFERMERÍA EN LA VENTILACIÓN MECÁNICA

Los cuidados de enfermería al paciente sometido a ventilación mecánica deben encaminarse a conseguir la mayor comodidad física y psíquica y evitarle complicaciones. Estos cuidados son necesarios para completar su tratamiento y la recuperación de la salud con las mínimas complicaciones y secuelas posibles.

3.1 Intervenciones independientes e interdependientes

Intervención de Enfermería	
Manejo de la ventilación mecánica: invasiva	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Controlar las condiciones que indican la necesidad de soporte ventilatorio (p. ej., fatiga de los músculos respiratorios, disfunción neurológica secundaria a traumatismo, anestesia, sobredosis de drogas, acidosis respiratoria refractaria)	Brindar tratamiento a la causa desencadenante para la utilización del soporte ventilatorio proporciona disminución del tiempo del mismo y rehabilitación del paciente. Proporcionar cuidados específicos al paciente de acuerdo al proceso de enfermedad
Comprobar de forma rutinaria los ajustes del ventilador, incluida la temperatura y la humidificación del aire inspirado del paciente	Comparar los avances o retrocesos en la ventilación mecánica y necesidades nuevas del paciente. Verificar que la temperatura (37°C) y humidificación (colocación de agua destilada en la cascada) del aire inspirado sea la correcta para evitar laceración en la mucosa respiratoria.

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC). Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.293-294

Global Healthcare. (2016). Oxigenoterapia. Consultado: Diciembre 2017. Disponible en: http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjW6KrUuLrZAhVLq1MKHadJBMcQFggoMAA&url=http%3A%2F%2Fglobalhealthcare.net%2Ffichas%2Ffiltrosintercambiadores.pdf&usg=AOvVaw3falm_LGfyqrkNQQDJtmsu

Manno S. (2006). *Aplicación de la ventilación mecánica*. Nursing. Vol. 24.p.8

Intervención de Enfermería	
Manejo de la ventilación mecánica: invasiva	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Comprobar regularmente todas las conexiones del ventilador	Asegura que no existan fallas en la conexión eléctrica que puedan alterar el funcionamiento del ventilador mecánico, corroborar contar con un generador eléctrico de emergencia. Las conexiones de gases medicinales (aire y oxígeno) aseguran el suministrando adecuado de los mismos
Observar si se producen un descenso del volumen espirado y un aumento de la presión inspiratoria.	El volumen corriente suministrado debe ser el mismo espirado, el aumento de la presión inspiratoria denota la acumulación de volumen corriente inspiratorio.
Controlar las actividades que aumentan el consumo de O₂.	Evita el consumo innecesario de oxígeno por factores tales como: *Fiebre (posible proceso infeccioso) *Escalofríos (posible proceso infeccioso) *Dolor (nivel de sedación) Factores que alteran la estabilidad del paciente.
Controlar los síntomas que indican un aumento del trabajo respiratorio (p. ej., aumento de la frecuencia cardíaca o respiratoria, hipertensión, diaforesis, cambios del estado mental).	Identifica la causa de los síntomas desencadenados, verificar el estado general del paciente y alarmas del ventilador mecánico.
Vigilar la eficacia de la ventilación mecánica sobre el estado fisiológico del paciente.	Corroborar avances en el estado de salud del paciente, comparar parámetros ventilatorios, gasometría arterial, SpO ₂ , estado hemodinámico del paciente y complicaciones desde su ingreso

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC). Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.293-294

Espichan M. Carmen. (2010). Cuidado integral de la persona en ventilación mecánica. Recuperado Noviembre 2017. Referido: <https://es.slideshare.net/cardiohem/cuidado-integral-de-la-persona-en-ventilacin-mecnica>

Intervención de Enfermería	
Manejo de la ventilación mecánica: invasiva	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
<p>Vigilar las lecturas de presión del ventilador, la sincronía paciente/ventilador y el murmullo vesicular del paciente. Fig. 51</p>	<p>La asincronía es una falta de respuesta o respuesta inadecuada en tiempo y magnitud por parte del ventilador, ante los requerimientos del paciente (falta de coordinación entre el ventilador y el paciente). Se puede presentar cuando los tiempos inspiratorios mecánicos (inspiración del ventilador al paciente) y tiempos inspiratorios neural (inspiración espontánea del paciente) entran en conflicto por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Cuando el paciente quiere iniciar una inspiración y en el ventilador no es el momento. -Cuando el paciente quiere terminar una inspiración y el ventilador le sigue mandando flujo de aire. -Cuando el ventilador termina antes la inspiración y el paciente quiere seguir inspirando. <p>*Signos de asincronia entre el paciente/ventilador:</p> <ul style="list-style-type: none"> -El inicio de la inspiración no se correlaciona con el inicio del esfuerzo inspiratorio del paciente. -Activación del ventilador por sí mismo repetitivamente. -Aleteo nasal -Retracciones supraesternales y supraclaviculares -Agitación, taquicardia y disminución de la SpO2 -Activación frecuente de las alarmas <p>La verificación de elevación simétrica de la caja torácica junto con la auscultación de los campos pulmonares denota un adecuado flujo de aire en los dos hemitórax. Si la auscultación no es igual en ambos, puede ser debido a que el tubo endotraqueal se encuentre en el bronquio derecho o debido a una hipoventilación pulmonar a causa de secreciones, atelectasias, neumotórax, neumonía etc.</p>

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC). Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.293-294

Garnero A. (2017). Asincronías entre el paciente y el ventilador. Consultado Noviembre 2017. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=_Sabb

Fig. 51
Asincronía en paciente con apoyo ventilatorio



Fig.51 En la figura podemos observar la asincronía del paciente con el ventilador provocada por un tapón mucoso que obstruía la cánula trayendo como consecuencia el aumentando de la presión inspiratoria descenso del volumen exhalado e intercambio gaseoso inefectivo.

Posgrado de anestesiología universidad de costa rica. (2014). Asincronía grosera en ventilación mecánica. Consultado Noviembre 2017.

Disponible en: Referido <https://www.youtube.com/watch?v=Zl2ZEX0b5vM>

Intervención de Enfermería	
Manejo de la ventilación mecánica: invasiva	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Controlar la cantidad, color y consistencia de las secreciones pulmonares, y documentar los resultados periódicamente	Un esputo color amarillo/verde, de olor purulento es indicativo de infección; un esputo espeso y persistente es indicativo de neumonía.
Detener la alimentación nasogástrica durante la aspiración.	Evita regurgitación y posible broncoaspiración.
Asegurarse de que las alarmas del ventilador están conectadas.	Las alamas son dispositivos acústicos o luminosos que tienen los respiradores y cuyo fin es vigilar y llamar la atención sobre determinados eventos por ejemplo: presión alta o baja, relación inspiración-espriación etc. que requieren la vigilancia o acción por parte del clínico. Cuando alguna alarma se active busque la causa y colabore con el médico y personal de inhaloterapia para coordinar cuidados y ayudar al paciente a tolerar mejor el tratamiento, una alarma puede potencialmente salvarle la vida al paciente.

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.293-294

Francés M. & Doenges M. (2006). *Planes de cuidados de enfermería*. Philadelphia, Pennsylvania. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana. Pp.173-175-180

Vázquez D. (2008). *Cuidados intensivos en el paciente con ventilación mecánica*. México. Editorial Prado. P.251

Herrera M, Abreu S, Mora L, et al. (2003). *Medicina crítica práctica iniciación a la ventilación mecánica puntos clave*. España. Editorial Auroch Health Care. p.45

Intervención de Enfermería	
Manejo de la ventilación mecánica: invasiva	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Observar si se producen efectos adversos de la ventilación mecánica	<p>La ventilación mecánica al ser una técnica invasiva, con lleva riesgos que pueden ocasionar lesiones pulmonares pudiendo ser más graves que la enfermedad primaria.</p> <p>Por Ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Desviación traqueal *Neumonía asociada a la ventilación mecánica (NAVM): Neumonía nosocomial que se desarrolla después de 48-72 hrs de la intubación endotraqueal. *Barotrauma: Fuga extraalveolar de gas englobando diversas entidades en función de la localización del mismo por ejemplo enfisema subcutáneo. *Gasto cardíaco reducido: El efecto directo del aumento de presión intratorácica va a ser una disminución del gradiente de presión que determina el retorno venoso y por lo tanto la disminución de este y de la precarga del ventrículo derecho. *Distensión gástrica: Por deglución de aire.
Controlar la lesión de la mucosa bucal, nasal, traqueal o laríngea por presión de las vías aéreas artificiales, presión elevada del balón o desintubaciones no programadas.	<p>Examine regularmente la cavidad oral del paciente para descartar la aparición de signos de irritación causados por la presión ejercida del tubo endotraqueal.</p> <p>La presión del balón (neumotaponamiento), se verificara con el aparato de CUFF, valor máximo 25 cmH₂O para evitar lesión traqueal.</p> <p>Al instaurar medidas preventivas para evitar la desintubación como fijar la vía aérea artificial con cinta, bien sujeto y marcándolo a nivel de la comisura labial evitamos exponer al paciente a un riesgo innecesario.</p>

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.293-294

Manno S. (2006). *Aplicación de la ventilación mecánica*. Nursing. Vol. 24.p.8

Intervención de Enfermería	
Manejo de la ventilación mecánica: invasiva	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Fomentar las evaluaciones rutinarias para los criterios de destete (p. ej., estabilidad hemodinámica, cerebral, metabólica, resolución del trastorno que promovió la intubación, capacidad de mantener permeable la vía aérea, capacidad de iniciar el esfuerzo respiratorio).	<p>La valoración diaria al paciente nos indicara si es apto para el destete, los criterios generales para el destete son:</p> <ul style="list-style-type: none"> *La causa que motivo la VM, este controlada o curada. *Paciente en ángulo mayor de 30° o sentado y cooperativo. *Estabilidad psicológica y emocional. *Adecuado equilibrio acido-base e hidroelectrolítico. *Estado nutricional adecuado (suspender alimentación enteral algunas horas antes del inicio). *Ausencia de signos de sepsis y temperatura menor de 38° C. *Estabilidad hemodinámica. *FR menor de 10 lat. /Min. Programadas en el ventilador *Hb en niveles normales
Documentar todos los cambios de ajustes del ventilador con una justificación de los mismos.	<p>Las hojas de control gráficos e imagenológicos o de cualquier otra índole, en los cuales el personal de salud, deberá hacer los registros, anotaciones y certificaciones correspondientes a su intervención, con arreglo a las disposiciones sanitaria forman parte del expediente clínico el cual se considera un documento legal.</p>

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.293-294

Garrie A. (2015). *Suspensión de la ventilación mecánica destete*. Consultado Enero 2018. Disponible en: http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjd95DKhP_ZAhXDV98KHcVuC6wQFggoMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sld.cu%2Fgalerias%2Fpdf%2Fsitios%2Furgencia%2Fr.pdf&usg=AOvVaw1DDdxIOktUxVKGTQBmTTo

Intervención de Enfermería	
Manejo de la ventilación mecánica: invasiva	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Documentar todas las respuestas del paciente al ventilador y los cambios del ventilador (p. ej., observación del movimiento/ auscultación del tórax, cambios radiológicos, cambios en las gasometrías arteriales).	La recopilación, interpretación y síntesis objetiva y continuada de los datos del paciente contribuyen para la toma de decisiones clínicas futuras.
Monitorizar los efectos de los cambios del ventilador sobre la oxigenación.	Brinda panorama completo del estado de oxigenación del paciente [incluye PaO ₂ , SpO ₂ , Hemoglobina, Gasto cardiaco, Saturación de oxígeno en sangre venosa mixta (SvO ₂)]
Asegurar la presencia del equipo de emergencia a la cabecera del paciente en todo momento.	El equipo de emergencia ayuda a restablecer una ventilación correcta cuando el paciente o los problemas del respirador exigen separar temporalmente del mismo. Por ejemplo: *Bolsa de reanimación manual conectada a oxígeno *Mascarillas *Equipo/suministros de succión: Corroborar que el equipo de aspiración funcione adecuadamente.
Vaciar el agua condensada de los colectores de agua.	El vapor de agua tiende a condensarse, por lo tanto es necesario colocar trampas de agua para evitar que este se quede en las turbulaturas y pueda ser un medio de cultivo para microorganismos patógenos. Recordar utilizar guantes para dicho procedimiento

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. Pp.293-294

Diario oficial de la federación. (1999). *Norma oficial mexicana nom-168-ssa1 -1998*. Consultado: Enero 2018. Disponible: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/168ssa18.html>

Intervención de Enfermería	
Manejo de la ventilación mecánica: invasiva	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Utilizar una técnica antiséptica en todos los procedimientos de succión, según correspondan.	Mantenemos libre de microorganismos evitando complicaciones como la neumonía asociada a la ventilación mecánica.
Realizar aspiración, en función de la presencia de sonidos adventicios y/o aumento de las presiones inspiratorias.	La acumulación de secreciones en pacientes con soporte ventilatorio es común debido al proceso de enfermedad, posición y la nula autonomía para expulsar las secreciones, la aspiración de secreciones será determinada de acuerdo a la auscultación pulmonar y aumento de presión inspiratoria (la presión aumenta para poder entregar el volumen tidal debido al acumulo de secreciones).
Establecer el cuidado bucal de forma rutinaria con gasas blandas húmedas, antiséptico y succión suave.	El uso de un antiséptico oral en los cuidados bucales tiene un efecto beneficioso para prevenir neumonías asociadas a la ventilación mecánica.

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.293-294

Francés M. & Doenges M. (2006). *Planes de cuidados de enfermería*. Philadelphia, Pennsylvania. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana. Pp.175-180

Vázquez D. (2008). *Cuidados intensivos en el paciente con ventilación mecánica*. México. Editorial Prado. P.251

Intervención de Enfermería	
Manejo de la ventilación mecánica: invasiva	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Consultar con otros profesionales sanitarios para la selección del modo del ventilador (modo habitualmente de control de volumen especificando la frecuencia respiratoria, nivel de FI02 y volumen corriente deseado).	Los parámetros de programación en el respirador deben ser individualizados para cada pacientes puesto que el comportamiento funcional del sistema respiratorio difiere significativamente de un paciente a otro, incluso en el mismo paciente en diferentes momentos evolutivos, tomando en cuenta las posibles complicaciones que pueden presentarse y que requieren distintas aplicaciones del mismo
Administrar los agentes paralizantes musculares, sedantes y analgésicos narcóticos que sean apropiados.	En las fases iniciales del soporte ventilatorio los pacientes pueden requerir sedación, analgesia o parálisis muscular para lograr una adecuada adaptación al ventilador y mejorar el confort durante la realización de determinados procedimientos, tales como la intubación endotraqueal o la cateterización venosa central. Los agentes disponibles para facilitar la ventilación mecánica incluyen hipnótico-sedantes (benzodiazepinas, propofol), analgésicos (opiáceos) y relajantes musculares, administrados solos o en combinación. El grado de sedación puede monitorizarse mediante la escala de Ramsay. <i>Fig.52</i>
Asegurarse de cambiar los circuitos del ventilador cada 24 horas.	Evita la neumonía asociada a la ventilación mecánica.
Vigilar el progreso del paciente con los ajustes de ventilador actuales y realizar los cambios apropiados según orden médica.	Al verificar la sincronía del ventilador-paciente se identificara la necesidad de modificaciones en los parámetros del ventilador mecánico colaborar con el médico y personal de inhaloterapia

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.293-294

Fig.52
Escala de nivel de sedación Ramsay

NIVEL DE SEDACIÓN	CARACTERÍSTICAS
1	Paciente ansioso, agitado.
2	Paciente cooperador, orientado y tranquilo.
3	Paciente dormido con respuesta a las órdenes.
4	Dormido con breves respuestas a la luz y sonido.
5	Dormido con sólo respuesta al dolor.
6	No respuesta.

Fig.52 La escala de Ramsay es una escala subjetiva utilizada para medir el nivel de sedación en pacientes, con el objetivo de evitar la sedación insuficiente o excesiva. Presenta 6 grados de sedación como se muestra en la figura.

Servicio andaluz de salud (consejería de salud). Escala de nivel de sedación –Ramsay. Consultado Enero 201 8. Disponible en:
http://www.hvn.es/enfermeria/ficheros/escala_de_nivel_de_sedacion_ramsay.pdf

Intervención de Enfermería	
Manejo de la ventilación mecánica: invasiva	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Colaborar con el médico en el uso de CPAP o PEEP para minimizar la hipoventilación alveolar, si es el caso.	El propósito de usar CPAP o PEEP es restaurar la capacidad residual funcional normal para el paciente, cuando los volúmenes pulmonares son bajos: esto reduce la carga de trabajo de inspiración. Cuando los pulmones pierden su cumplimiento, se requieren presiones más altas intrapleurales para inflar los pulmones hasta un volumen tidal normal, incluso con CPAP. En consecuencia, se puede añadir un soporte de presión, para ayudar al paciente hasta llegar a la curva de presión de volumen

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.294

Intervención de Enfermería	
Manejo de la ventilación mecánica prevención de la neumonía	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Lavarse las manos antes y después de los cuidados del paciente, sobre todo después de vaciar los líquidos del circuito del ventilador.	El cumplimiento de medidas higiénicas básicas ayuda a prevenir la neumonía asociada a la ventilación mecánica. Llevar a cabo la higiene de manos antes y después del contacto con el equipo respiratorio del paciente, artículos en su habitación y después del contacto con secreciones respiratorias. Fig. 53
Usar guantes y equipo/ropa de protección para el cuidado bucal y cambiar los guantes para evitar la contaminación cruzada durante la higiene bucal.	El uso de equipo de protección personal son precauciones estándar basadas en la disminución de transmisiones cruzadas.

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.635

Fig.53
5 Momentos para la higiene de manos

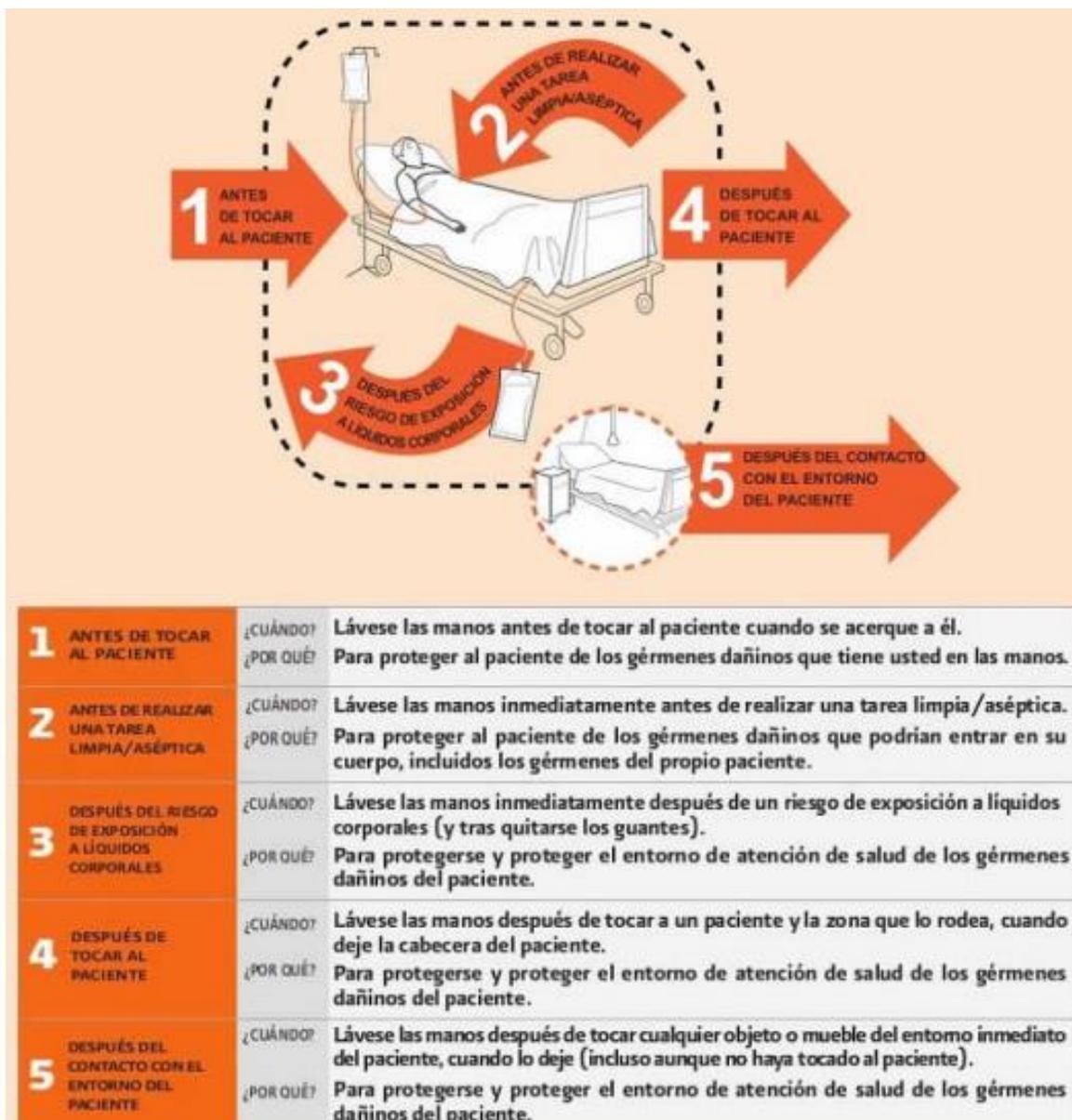


Fig. 53. El lavado de manos es una actividad indispensable ante la atención del paciente, dividido en 5 momentos como se muestra en la imagen: 1. Antes de tocar al paciente, 2. Antes de realizar una tarea limpia aséptica, 3. Después del riesgo de exposición a líquidos corporales, 4. Después de tocar al paciente, 5. Después del contacto con el entorno del paciente.

OPS & OMS. (2017). La higiene de manos en el momento adecuado salva vidas y es un indicador de la calidad y bioseguridad de los servicios de salud. Consultado: Enero 2018. Disponible en: <https://es.slideshare.net/ciriloseis/cartel-5-momentos-5>

Intervención de Enfermería	
Manejo de la ventilación mecánica prevención de la neumonía	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Monitorizar la cavidad oral, labios, lengua, mucosa bucal y el estado de los dientes.	Inspeccionar la cavidad bucal nos ayuda a detectar signos tempranos de: *Placa dental *Inflamación *Hemorragia por succión constante *Candidiasis *Exudados purulentos. Todos estos datos clínicos pueden implicar un medio de cultivo para infecciones que pasen de la vía aérea superior a la inferior.
Cepillar los dientes y la lengua con dentífrico o un colutorio bucal antiséptico, mediante movimientos circulares con un cepillo suave o un cepillo de aspiración.	Evita la producción de placa dentobacteriana, cepillar dientes con un cepillo suave o algodones húmedos, reduciremos el riesgo de ulceración de las mucosas bucales. Fig. 54
Aplicar una crema hidratante oral en la mucosa oral y los labios, según sea necesario.	Evita laceración de las comisuras labiales por la constante presión que el tubo endotraqueal puede causar.
Facilitar el uso de una cánula de succión suave para el cuidado oral, según sea necesario.	La inserción de una sonda suave evita el daño a la mucosa oral. En cualquier aspiración, traqueal, orofaríngea o bucal evitar la aplicación de presión de aspiración durante la inserción pues la mucosa puede sufrir laceraciones.

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.296

Fig.54
Higiene y cuidados a cavidad bucal



Fig. 54 La higiene bucal a paciente con apoyo ventilatorio disminuye la proliferación de microorganismos de la vía aérea superior a las vías aéreas inferiores. En la imagen se muestra 1. Apertura del kit de higiene bucal previo lavado de manos y colocación de guantes para la realización del procedimiento, 2. Colocación de dentífrico, 3-4. Limpieza de dientes y cavidad bucal de manera circular. Al realizar la higiene bucal siempre se inspeccionara la cavidad bucal, observar la integridad de la mucosa oral (laceraciones), detección de placa dentobacteriana, laceración en comisura labial por presión constante del tubo endotraqueal.

Enfermería Cuidados Críticos Videos y Fotos. (2016). *Lavado bucal*. Consultado: Enero 2018. Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=FAh2mKZqbJY>

Intervención de Enfermería	
Manejo de la ventilación mecánica prevención de la neumonía	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Aspirar la tráquea, la cavidad oral y, a continuación, la nasofaringe para eliminar las secreciones por encima del balón del tubo ET con el fin de disminuir el riesgo de aspiración.	La aspiración endotraqueal elimina las secreciones de la tráquea o los bronquios mediante una sonda introducida a través de la vía aérea permeable para favorecer un óptimo intercambio gaseoso, prevenir la posible formación de tapones de moco y una broncos aspiración. La aspiración bucal y orofaríngea siempre se realizan después de la aspiración traqueal para evitar contaminación de las vías aéreas inferiores.
Mantener el cabecero de la cama elevado a 30- 45°, salvo que esté contraindicado (p. ej., inestabilidad hemodinámica), sobre todo durante la alimentación por sonda enteral.	Disminuye la regurgitación en pacientes con nutrición enteral evitando pasar a la vía aérea y provocar broncoaspiración o infección por constante regurgitación hacia la misma.

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.296

Frances M. & Doenges M. (2006). *Planes de cuidados de enfermería*. Philadelphia, Pennsylvania. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana. Pp.175-180

Vázquez D. (2008). *Cuidados intensivos en el paciente con ventilación mecánica*. México. Editorial Prado. p.251

Potter S. & Perry Hall. (2015). *Fundamentos de enfermería*. Barcelona España. Editorial Elsevier. P.1

Intervención de Enfermería	
Manejo de la ventilación mecánica prevención de la neumonía	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Mantener una presión del balón del tubo ET de al menos 20 cmH ₂ O.	Un valor adecuado de presión en el neumotaponamiento evita la aspiración de material extraño y de secreciones que drenan desde la vía aérea superior o desde el tracto digestivo
Mantener las cintas del tubo ET limpias y secas.	Evita la humedad y laceración de comisura labial.
Comprobar todas las conexiones ventilador con regularidad.	Mantener el circuito cerrado hacia el paciente evitara contaminación por agentes externos. Fig. 55

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.296

Posgrado de anestesiología universidad de costa rica. (2014). *Asincronía grosera en ventilación mecánica*. Consultado: Noviembre 2017. Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=Zl2ZEX0b5vM>

Flores, Galvan, Jurado, Romero, Romero. (2010). *Manual de protocolos y procedimientos generales de enfermería*. Consultado: Enero 2018. Disponible:

https://www.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdesalud/hrs3/fileadmin/user_upload/area_enfermeria/enfermeria/procedimientos/procedimientos_2012/d2_pulsioximetria.pdf

Fig. 55
Verificación de conexiones del ventilador



Fig.55 En la figura podemos observar la línea punteada verificando que los circuitos no tengan ninguna acodadura y que el circuito se encuentre cerrado para garantizar el volumen corriente adecuado y evitar la entrada de microorganismos externos. En la figura de lado derecho observamos la comprobación de conexión adecuada a la toma de oxígeno (1) y de aire comprimido (2).

Martínez E. (2013). Destetando a los pacientes del respirador. Recuperado Noviembre 2017. Referido <http://anestesiario.org/2013/destetando>

Intervención de Enfermería	
Manejo de la ventilación mecánica prevención de la neumonía	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Monitorizar si el paciente presenta signos y síntomas de infección respiratoria.	Identifica tempranamente signos y síntomas de infección respiratoria: *Inquietud *Tos: El aumento de tos refleja la acumulación de secreciones pulmonares. *Fiebre: Proceso infeccioso *Aumento del ritmo cardíaco *Cambios de las secreciones: Las secreciones retenidas predisponen a los pacientes a atelectasias y neumonía. *Leucocitosis *Infiltrados en la radiografía de tórax.
Monitorizar y documentar la saturación de oxígeno	La oximetría de pulso es un procedimiento no invasivo para medir de forma continua y prolongada la saturación arterial de oxígeno en la hemoglobina mediante la colocación de un sensor en la piel (consta de un transductor formado por dos piezas: emisor de luz y fotodetector).

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.296

Potter S. & Perry H. (2015). *Fundamentos de enfermería*. Barcelona, España... Editorial Elsevier. p.83

Intervención de Enfermería	
Manejo de las vías aéreas artificiales	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Auscultar los sonidos respiratorios, observando las áreas de disminución o ausencia de ventilación y la presencia de sonidos adventicios.	Proporciona información sobre el flujo de aire a través del árbol traqueobronquial y sobre la presencia o ausencia de líquido u obstrucción mucosa. Las Crepitaciones o roncus que no se eliminan con la tos o aspiración de secreción pueden indicar la aparición de complicaciones (atelectasias, neumonía, broncoespasmo, edema pulmonar). Fig. 56
Realizar la aspiración endotraqueal o nasotraqueal, según corresponda.	Tras la inspección y auscultación de campos pulmonares se determinara la necesidad de aspiración de secreciones

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.296

Fig. 56
Auscultación de campos pulmonares



Fig.55 En la figura se muestra la auscultación de los campos pulmonares, iniciando en la zona apical siempre de manera comparativa de ambos lados derecho e izquierdo y de manera descendente hasta llegar al lóbulo inferior para detectar algún ruido adventicio.

Carvajal medios B2B. (2007). Riesgos y complicaciones de la ventilación mecánica. Consultado Noviembre 2017. Disponible: <http://www.elhospital.com/temas/Riesgos-y-complicaciones-de-la-ventilacion-mecanica+8054960?pagina=1>

Intervención de Enfermería	
Manejo de las vías aéreas artificiales	
Actividad Interdependiente	Fundamentación científica
Administrar broncodilatadores, según corresponda	Los broncodilatadores son sustancias que relajan y dilatan la musculatura de los bronquios y los bronquiolos. Esto logra un aumento del flujo de aire hacia los pulmones.
Administrar tratamientos con nebulizador, según corresponda.	El nebulizador es un dispositivo capaz de generar una neblina para administrar medicamentos líquidos desintegrando las partículas de 5 a 1 micra con la finalidad de llegar a los pulmones a realizar su efecto. Se conectara en el ventilador adaptándolo a la salida para nebulización. Las vías más profundas del tracto respiratorio proporcionan una gran superficie para la absorción de medicamentos inhalados a través del tubo endotraqueal o traqueostomía. Muchos medicamentos inhalados tienen efectos locales o sistémicos.
Colocar al paciente en una posición que alivie la disnea.	La posición en semifowler favorece el descanso diafragmático y la máxima inspiración en comparación de la posición supina la cual hace que los órganos abdominales empujen contra el diafragma.

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.297

Potter S. & Perry H. (2015) *Fundamentos de enfermería*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.835-836

Intervención de Enfermería	
Manejo de las vías aéreas artificiales	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Realizar el lavado de las manos.	Reduce la flora bacteriana transitoria habitual y residente.
Usar el equipo de protección personal que sea adecuado.	Preparar el equipo de protección personal guantes, gafas y mascarilla antes de realizar cualquier procedimiento previene la transmisión de microorganismos.
Colocar una vía aérea orofaríngea o una cánula de Guedel para impedir morder el tubo endotraqueal, según corresponda.	Evita el aprisionamiento del tubo endotraqueal por parte del paciente garantizando que pueda fluir de manera correcta el volumen tidal.
Proporcionar una humidificación del 100% al gas, oxígeno o aire inspirado.	La humidificación es el proceso de adición de agua al gas. El aire o el oxígeno con una alta humedad relativa mantienen húmedas las vías respiratorias y ayuda a desprender y movilizar las secreciones pulmonares. Verificar que la cascada contenga agua destilada hasta la marca para que la humidificación del aire se realice antes de la inspiración. Fig. 57

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.300

Potter S. & Perry H. (2015) *Fundamentos de enfermería*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.836

Fig. 57
Sistema de humidificación



Fig.57 En la figura observamos todo el sistema de humidificación denominado “cascada”, se puede apreciar el circuito de inspiración (1), humidificador (2), termostato (3), circuito de inspiración después de haber sido filtrado, calentado y humidificado el aire inspirado sigue su curso conectado al paciente (4) Así mismo podemos observar los cables de conexión del termostato (5).

Carmona I. (2011). *Montaje cascada de humidificación*. Consultado Noviembre 2017. Disponible en:
<https://www.youtube.com/watch?v=eWnMWXwEa7o&t=32s>

Intervención de Enfermería	
Manejo de las vías aéreas artificiales	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Mantener inflado el globo del tubo endotraqueal/cánula de traqueostomía a 20-25mmHg durante la ventilación mecánica y durante y después de la alimentación.	Un valor adecuado de presión en el globo del tubo endotraqueal evita la aspiración de material extraño y de secreciones que drenan desde la vía aérea superior o desde el tracto digestivo. Fig. 58
Observar si hay presencia de crepitaciones y roncus en las vías aéreas de gran calibre.	Proporciona medidas basales de ventilación y presencia de dificultad respiratoria.
Comprobar el color, cantidad y consistencia de las secreciones.	Un esputo color amarillo/verde, de olor purulento es indicativo de infección; un esputo espeso y persistente es indicativo de neumonía
Realizar aspiración endotraqueal, según corresponda.	Tras la valoración del paciente con ruidos adventicios, elevación de presión y disminución del volumen corriente realizar aspiración de secreciones con técnica estéril.

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.300

Fig. 58
Partes de cánula orotraqueal

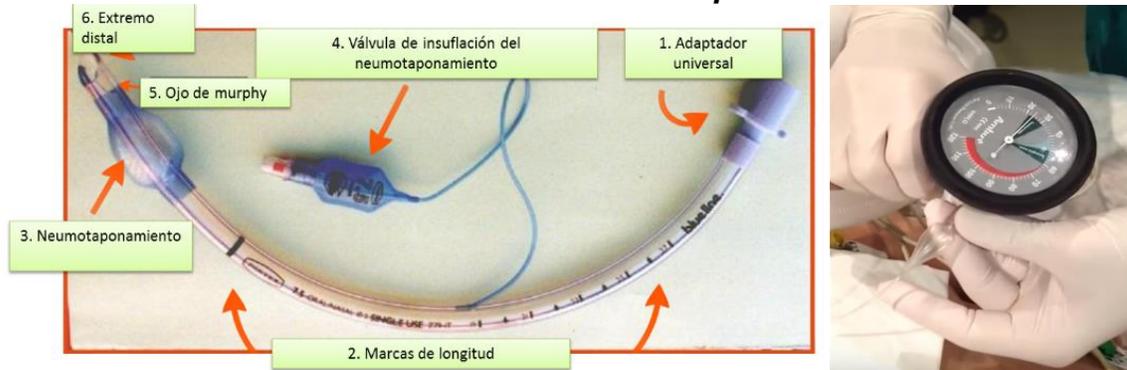


Fig.58 En la figura izquierda se observan las partes de una cánula orotraqueal 1. Adaptador universal para la conexión hacia el ventilador mecánico, 2. Marcas de longitud, 3. Neumotaponamiento insuflado por medio de la 4. Válvula de insuflación (en esta se puede corroborar si el neumotaponamiento está correctamente insuflado), 5. Ojo de Murphy y el extremo distal. En la figura del lado derecho se observa dispositivo CUFF para medir la presión del globo endotraqueal, se puede observar que se encuentra en un rango de 20 a 25 cmH₂O previniendo fugas del volumen corriente (por una presión baja) o lesión traqueal (por presión excesiva).

Posgrado de anestesiología universidad de costa rica. (2014). *Asincrónia grosera en ventilación mecánica*. Consultado Noviembre 2017.

Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=Zl2ZEX0b5vM>

Intervención de Enfermería	
Manejo de las vías aéreas artificiales	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Cambiar las cintas/sujeción del tubo endotraqueal cada 24 horas, inspeccionar la piel y la mucosa bucal, y mover el tubo endotraqueal al otro lado de la boca.	Evitar laceración de las comisuras labiales
Marcar la referencia en centímetros en el tubo endotraqueal para comprobar posibles desplazamientos.	Ayuda a corroborar la posición del tubo endotraqueal y la profundidad del mismo.
Instituir medidas que impidan la desintubación accidental	El movimiento del tubo predispone al paciente a traumatismos traqueales o desplazamiento del tubo e indica la necesidad de otro tamaño de vía aérea. Medidas de precaución: Fijar la vía aérea artificial con cintas/esparadrapo: Mantiene al tubo endotraqueal inmóvil. Fig. 59 Administrar sedación y relajantes musculares según corresponda Disponer de sujeción en los brazos (según corresponda)

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.300

Fig. 59
Fijación del tubo endotraqueal



Fig.59 En la imagen podemos observar la fijación del tubo endotraqueal realizada con tela adhesiva debe mantenerse firme para evitar la desintubación, en ambas comisuras se coloca una gasa para evitar su laceración.

Grossi C. & Paterno N. (2010). Introducción a la ventilación mecánica. Consultado Noviembre 2017. Disponible en: <http://ventilacionmecanicakinesio.blogspot.mx/2010/05/introduccion-la-ventilacion-mecanica.html>

Intervención de Enfermería	
Manejo de las vías aéreas artificiales	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Minimizar la acción de palanca y la tracción de la vía aérea artificial mediante la suspensión de los tubos del ventilador desde los soportes superiores, mediante montajes y pivotes giratorios de catéter flexibles, y soportando los tubos durante el giro, la aspiración y desconexión y reconexión del ventilador.	Los Brazos de soporte y mariposa para las tubulaturas ayudan a mantener fijos los circuitos evitando una desconexión accidental.
Realizar cuidados orales (lavado de dientes, gasas húmedas, humectante bucal y labial), según corresponda.	Mantener limpia y lubricada la cavidad oral en pacientes en estado inconsciente, previene proliferación de microorganismos

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.300

Intervención de Enfermería	
Manejo de las vías aéreas artificiales	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Preparar un equipo de intubación adicional y un ambú en un sitio de fácil disponibilidad.	Acceso rápido y de emergencia ante cualquier eventualidad Fig. 60, es conveniente fijar una segunda cánula de traqueostomía (mismo tipo y tamaño) en la cabecera del paciente.

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.300

Fig.60
Paciente con paro cardiorrespiratorio



Fig.60 En la imagen se muestra la utilización del ambú para reanimación a paciente con paro cardiorrespiratorio.

Asociación una nueva oportunidad. (2016). Manejo Paro Cardio Respiratorio Clínica de Urgencias PZ. . Consultado Noviembre 2017. Disponible en: Referido <https://www.youtube.com/watch?v=sLC0eXMTJf4>

Intervención de Enfermería	
Manejo de las vías aéreas artificiales	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Proporcionar cuidados a la tráquea cada 4-8 horas, según corresponda: limpiar la cánula interna, limpiar y secar la zona alrededor del estoma, y cambiar la sujeción de la traqueostomía. Fig. 61	Evitan la infección local de estoma, identificar datos de infección enrojecimiento, calor local liquido purulento etc.
Inspeccionar la piel alrededor del estoma traqueal por si hay drenaje, enrojecimiento, irritación y hemorragia.	No debe existir descomposición cutánea y/o irritación. La lesión de la piel pone al paciente en riesgo de infección
Realizar una técnica estéril al succionar y proporcionar los cuidados de traqueostomía.	Evita complicaciones asociadas a la ventilación mecánica como la neumonía
Proteger la traqueostomía del agua.	La humedad es un medio idóneo para dar inicio a una infección local en una herida

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.300

Fig.61
Traqueostomía



Fig.61 En la imagen 1.determinamos las condiciones de la piel del estoma sin datos clínicos de infección, imagen 2 se muestra la fijación de la traqueostomía para evitar la desintubación accidental, imagen 3 se observa la colocación de gasas para evitar la humedad y mantener limpios los bordes de la traqueostomía.

Asociación una nueva oportunidad. (2015). Manejo Paro Cardio Respiratorio Clínica de Urgencias PZ. . Consultado: Enero 2018. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=DH9IC0vdzNU>

Intervención de Enfermería	
Manejo de las vías aéreas artificiales	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Inspeccionar y palpar para detectar la presencia de enfisema subcutáneo cada 8 horas.	Complicaciones en pacientes con ventilación mecánica a causa de barotrauma.
Asegurar que el globo endotraqueal/de traqueostomía esté inflado durante la alimentación, según corresponda.	Se puede medir a través del dispositivo CUFF, se conecta y se insufla hasta lograr el nivel adecuado 20 cmH ₂ O – 25 cmH ₂ O (presión que no excede la presión de la perfusión de la mucosa traqueal). Una presión insuficiente produce fugas retrogradas del gas inspirado y no permite mantener niveles de presión positiva y la posible entubación accidental. Una presión excesiva conduce a complicaciones graves entre ellas la estenosis traqueal.
Elevar el cabecero de la cama a 30° o más, o ayudar al paciente a sentarse en una silla durante la alimentación, si es posible.	Disminuye la regurgitación en pacientes con nutrición enteral y la posibilidad de bronco aspiración si el balón del tubo endotraqueal no es adecuado.

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.300

Potter S. & Perry Hall. (2015). *Fundamentos de enfermería*. Barcelona España. Editorial Elsevier. p.17

Intervención de Enfermería	
Precaución para evitar la aspiración	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Colocación erguida a más de 30° (alimentación por sonda nasogástrica) a 90° o lo más incorporado posible.	Disminuye la regurgitación en pacientes con nutrición enteral y la posibilidad de broncoaspiración si el balón del tubo endotraqueal no es adecuado. Fig. 62
Mantener el balón del tubo endotraqueal inflado.	Un valor adecuado de presión del balón del tubo endotraqueal evita aspiración de material extraño y de secreciones que drenan desde la vía aérea superior o desde el tracto digestivo

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.369

Potter S. & Perry Hall. (2015). *Fundamentos de enfermería*. Barcelona España. Editorial Elsevier. P.17

Fig. 62
Posición semifowler



Fig.62. En la imagen se observa al paciente en posición semifowler evitando la regurgitación y broncoaspiración a causa de la nutrición enteral la cual traería consecuencias tales como neumonía secundaria debido a una broncoaspiración.

Obando P. (2010). *Cuidado integral de la persona en ventilación mecánica*. Consultado Noviembre 2017. Disponible en:
<https://es.slideshare.net/cardiohem/cuidado-integral-de-la-persona-en-ventilacin-mecnica>

Intervención de Enfermería	
Precaución para evitar la aspiración	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Verificar por turno la permeabilidad de la SNG.	<p>El empleo de nutrición por vía enteral conlleva una serie de inconvenientes que pueden contribuir al desarrollo de Neumonía asociada a la ventilación mecánica (NAVIM), el empleo de sonda nasogástrica favorece el reflujo gastroesofágico y la nutrición enteral puede contribuir a la sobredistensión gástrica como consecuencia reflujo, es fundamental realizar una valoración gastrointestinal.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Distensión gástrica: perímetro abdominal -Permeabilidad de la SNG (se puede comprobar aspirando contenido gástrico, al igual mediante lavados con solución fisiológica o insuflar 20 a 50 ml mientras se ausculta con el fonendoscopio en epigastrio) -Control de la presión de CUFF -Evalué el residuo gástrico cada 4 hrs. -Asegurarse de fijar la sonda nasogástrica. -Lavar siempre la sonda con agua estéril antes y después de nutrición enteral. -Vigilar continuamente la tolerancia a la nutrición enteral.
Evitar la alimentación si los residuos son voluminosos por ejemplo más de 250 ml por la sonda de alimentación.	<p>El residuo gástrico ayuda a identificar a aquellos pacientes con retraso en el vaciamiento gástrico, la acumulación de fórmula enteral incrementa el riesgo de aspiración, la aspiración de contenido gástrico provoca neumonía.</p>

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.369

Martín M. María (2014). *Canalización de vía venosa periférica*. Consultado Enero 2018. Disponible: <https://enfermeriapractica.com/procedimientos/canalizacion-de-via-venosa-periferica>

Intervención de Enfermería	
Aspiración de las vías aéreas	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Realizar el lavado de manos.	Reduce la flora bacteriana transitoria habitual y residente. Los 5 momentos de lavado de manos: <ol style="list-style-type: none"> 1. Antes de tocar al paciente 2. Antes de realizar una tarea limpia/aséptica 3. Después del riesgo de exposición a líquidos corporales 4. Después de tocar al paciente 5. Después del contacto con el entorno al paciente.
Usar el equipo de protección personal que sea adecuado.	Medidas que se emplean para impedir la diseminación de microorganismos utilización de (guantes, gafas y mascarilla)
Auscultar los sonidos respiratorios antes y después de la aspiración.	Determinar la necesidad de aspiración de secreciones.
Proporcionar sedación, según corresponda.	Facilita la aspiración de secreciones, evita el dolor en el paciente, monitorizar mediante la escala de Ramsay.

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.104

Ramos G. Luis & Benito V. Salvador. (2012). Fundamentos de la ventilación mecánica. Consultado: Enero 2018. Disponible: <http://www.fundamentosventilacionmecanica.com/C8.html#P2>

Intervención de Enfermería	
Aspiración de las vías aéreas	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Hiperoxigenar con oxígeno al 100%, durante al menos 30 segundos mediante la utilización del ventilador o bolsa de reanimación manual antes y después de cada pasada.	Reduce el riesgo de hipoxia
Utilizar aspiración de sistema cerrado, según esté indicado.	Reduce la transmisión de microorganismos y permite a la enfermera mantener la esterilidad de la sonda de aspiración.
Utilizar equipo desechable estéril para cada procedimiento de aspiración traqueal.	Evita la contaminación a la vía aérea inferior del paciente.
Seleccionar una sonda de aspiración que sea la mitad del diámetro interior del tubo endotraqueal, cánula de traqueostomía o vía aérea del paciente.	Al introducir la sonda no se verá forzada por el diámetro superior del tubo endotraqueal
Dejar al paciente conectado al ventilador durante la aspiración, si se utiliza un sistema de aspiración traqueal cerrado o un adaptador de dispositivo de insuflar oxígeno.	Mantiene la estabilidad respiratoria y hemodinámica del paciente.

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.104

Potter S. & Perry Hall. (2015). *Fundamentos de enfermería*. Barcelona España. Editorial Elsevier. p.854

Intervención de Enfermería	
Aspiración de las vías aéreas	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Monitorizar el estado de oxigenación del paciente (niveles de SaO₂ y SvO₂), estado neurológico (p. ej., nivel de conciencia, PIC, presión de perfusión cerebral [PPC]) y estado hemodinámico (nivel de PAM y ritmo cardíaco) inmediatamente antes, durante y después de la succión.	Proporciona datos objetivos sobre cualquier efecto fisiológico a causa de la aspiración. Observar el estado hemodinámico y la saturación de oxígeno del paciente durante el procedimiento; fijarse en si hay cambios de 20 lat./min (tanto aumento como disminución) o si el pulsioxímetro cae por debajo de 90%, si sucede parar la aspiración. La succión puede producir arritmias, hipoxia y broncoespasmo y deteriorar la circulación cerebral o tener un efecto adverso sobre la hemodinámica.
Basar la duración de cada pasada de aspiración traqueal en la necesidad de extraer secreciones y en la respuesta del paciente a la aspiración.	Aspirar de forma continua o intermitente durante la retirada, la duración se debe limitar a 15 seg. o menos para reducir el peligro de hipoxia.
Aspirar la orofaringe después de terminar la succión traqueal. Fig. 63	La vía aérea inferior es estéril y la vía aérea superior está limpia por lo cual se puede utilizar la misma sonda para succionar desde la sonda estéril a la zona limpia pero no al revés. Se efectuara la aspiración nasofaríngea y orofaríngea si es necesario. Después de estas maniobras, la sonda está contaminada; no se puede reinsertar en el tubo endotraqueal.

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.104

Potter S. & Perry Hall. (2015). *Fundamentos de enfermería*. Barcelona España. Editorial Elsevier. p.856,857, 867

Francés M. & Doenges M. (2006). *Planes de cuidados de enfermería*. Philadelphia, Pennsylvania. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana. P. 175-180

Vázquez D. (2008). *Cuidados intensivos en el paciente con ventilación mecánica*. México. Editorial Prado. P.251

Fig. 63
Aspiración de secreciones



Fig.63 La aspiración de secreciones es un procedimiento que se maneja con técnica estéril, en la imagen se observan algunos elementos como el uso de cubre bocas, guantes estériles, sonda estéril dependiendo del tipo de circuito que se utilizara, el objetivo es eliminar las secreciones de la tráquea o los bronquios mediante la sonda introducida y prevenir la formación de tapones de moco que impidan el libre paso del volumen tidal hacia el paciente, es fundamental monitorizar las constantes vitales siempre que se realice aspiración de secreciones previa hiperoxigenación al 100%.

Garrido M. (2011). Cuidados de enfermería en el paciente que está siendo ventilado. Consultado Noviembre 2017. Disponible <http://slideshare.net/unlobitoferoz/cuidados-de-enfermera-en-el-paciente-que-esta-siendo-siendo-ventilado>

Intervención de Enfermería	
Aspiración de las vías aéreas	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Limpiar la zona alrededor del estoma traqueal después de terminar la aspiración traqueal, según corresponda.	Ayuda a retirar residuos de la aspiración traqueal para evitar infección.
Controlar y observar el color, cantidad y consistencia de las secreciones.	Un esputo color amarillo/verde, de olor purulento es indicativo de infección; un esputo espeso y persistente es indicativo de neumonía
Enviar las secreciones para su cultivo.	Se obtiene para identificar microorganismos u organismos específicos que crecen en el esputo.

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.104

Potter S. & Perry Hall. (2015). *Fundamentos de enfermería*. Barcelona España. Editorial Elsevier. p.856

Intervención de Enfermería	
Aspiración de las vías aéreas	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Evaluar el movimiento torácico observando la simetría, utilización de músculos accesorios y retracciones de músculos intercostales y supraclaviculares.	Signos de asincronía entre el paciente/ventilador: -El inicio de la inspiración no se correlaciona con el inicio del esfuerzo inspiratorio del paciente. -Activación del ventilador por sí mismo repetitivamente. -Aleteo nasal -Retracciones supraesternales y supraclaviculares -Agitación, taquicardia y disminución de la SpO2 -Activación frecuente de las alarmas
Observar si se producen respiraciones ruidosas, como estridor o ronquidos.	Las Crepitaciones o roncus que no se eliminan con la tos o aspiración de secreción pueden indicar la aparición de complicaciones (atelectasias, neumonía, broncoespasmo, edema pulmonar).
Monitorizar los niveles de saturación de oxígeno.	La evaluación completa del estado de oxigenación del paciente [incluye PaO2, SpO2, Hemoglobina, Gasto cardiaco, Saturación de oxígeno en sangre venosa mixta (SvO2)].
Palpar para ver si la expansión pulmonar es igual.	Los cambios de la simetría torácica pueden indicar la colocación incorrecta del tubo endotraqueal

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p.348, 349

Intervención de Enfermería	
Aspiración de las vías aéreas	
Actividad Independiente	Fundamentación científica
Monitorizar las lecturas del ventilador mecánico, anotando los aumentos de presiones inspiratorias y las disminuciones del volumen corriente.	<p>Nos da un panorama de los valores de control, alarma y monitorización del paciente.</p> <p>*Panel de control: Alberga todos los mandos que permiten la programación de los parámetros que se desean entregar en cada ventilación y determina todo el proceso.</p> <p>*Panel de alarmas: Dispone principalmente los mandos para vigilar derivaciones de los parámetros programados, indicaran el límite superior e inferior que se pueda llegar a presentar en relación a cada parámetro programado en el panel de control.</p> <p>*Panel de monitorización: Representa el trabajo en conjunto del paciente y el ventilador. Fig. 64</p>

Bulechek G, Butcher H. & Mc Closkey J. (2014). *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*. Barcelona, España. Editorial Elsevier. p. 348

Fig. 64
Panel del ventilador mecánico BEAR 1000

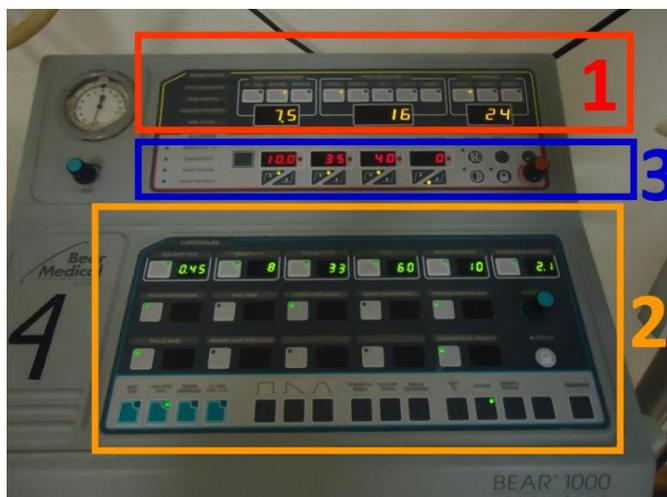


Fig.64 Obsérvese la parte frontal del ventilador mecánico "BEAR 1000" se muestra 1) Panel de monitorización, 2) Panel de control, 3) Alarmas.

Silvestre A. (2016). Foto tomada en Hospital de especialidades la Raza, Servicio de inhaloterapia. México.

3.2 METODOS DE MONITORIZACIÓN DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA

3.2.1 Gasometría arterial (GSA)

La gasometría arterial (GA) permite la evaluación del intercambio gaseoso en los pulmones mediante la medición de las presiones parciales de los gases disueltos en la sangre arterial (Woodruff D. 2016).

La sangre arterial se utiliza porque refleja la cantidad de oxígeno que hay disponible en los tejidos periféricos. Los valores de la GA dan cuenta de que tan bien esta la ventilación y si el paciente desarrolla acidosis o alcalosis (Woodruff D. 2016).

1. pH:

- ❖ Refleja la concentración del ion de hidrogeno (H^+)
- ❖ Valor normal 7.35 - 7.45
- ❖ Valor superior a 7.45 (alcalosis respiratoria) refleja un déficit de H^+ , se presenta en
- ❖ hiperventilación disminuyendo la $PaCO_2$ a menos de 35 mmHg, indicando que el nivel de ventilación es excesivo.
- ❖ Valor inferior a 7.35 (acidosis respiratoria) indica un exceso de H^+ , se presenta en hipoventilación incrementando la $PaCO_2$ por encima de 45 mmHg.

2. Presión parcial arterial de dióxido de carbono ($PaCO_2$)

- ❖ Refleja que tan eficientemente eliminan los pulmones el dióxido de carbono.
- ❖ Valor normal 35-45 mmHg.
- ❖ Aumenta debido a la hipoventilación.

3. Presión parcial de oxígeno en la sangre arterial (PaO_2)

- ❖ Indica la capacidad del cuerpo de recoger oxígeno desde los pulmones.
- ❖ Valor normal 80 a 100 mmHg
- ❖ Un valor mayor a 100 mmHg indica la administración de más oxígeno suplementario del adecuado.
- ❖ Valor menor de 80 mmHg indica hipoxemia.

4. Concentración de bicarbonato (HCO_3^-)

- ❖ Parámetro metabólico
- ❖ Evidencia la actividad de los riñones en la retención o excreción de bicarbonato
- ❖ Valor normal 22-26 mEq/L
- ❖ Valor mayor de 26 mEq/L indica alcalosis metabólica.
- ❖ Valor menor de 22 mEq/L indica acidosis metabólica

5. Saturación de oxígeno (SaO_2)

- ❖ Porcentaje de hemoglobina saturada con oxígeno en el momento de la medición.
- ❖ Valor menor de 95% puede contribuir a un valor bajo de PaO_2

El aparato respiratorio y metabólico trabaja juntos para mantener el equilibrio ácido básico del cuerpo dentro de los límites normales. Por ejemplo, si se desarrolla acidosis respiratoria los riñones compensan conservando el bicarbonato. Por eso se espera un valor de HCO_3^- por arriba de lo normal.

Del mismo modo si se desarrolla acidosis metabólica los pulmones compensan aumentando la frecuencia y la profundidad respiratoria para eliminar el dióxido de carbono.

Tabla núm. 7
Comprensión de los trastornos acido básicos

Trastornos y resultados de la gasometría arterial posibles causas.		Signos y síntomas
Acidosis respiratoria (Retención del exceso de CO ₂) pH <7.35, HCO ₃ ⁻ >26 mEq/L (Si es de compensación) Presión parcial arterial de CO ₂ PaCO ₂ >45 mmHg	*Depresión del SNC por drogas, lesiones o enfermedad. *Paro respiratorio *Hipoventilación por enfermedad pulmonar, cardiaca o neuromuscular	Tempranos; taquicardia, taquipnea. Tardíos: bradipnea, confusión, hipotensión, letargo, coma (signo muy tardío).
Alcalosis respiratoria (Excreción del exceso de CO ₂) pH >7.45, HCO ₃ ⁻ <22 mEq/L (Si es de compensación) PaCO ₂ >35 mmHg	*Hiperventilación por ansiedad, dolor o ajustes del ventilador inadecuados. *Estimulación respiratoria por fármacos, enfermedad o fiebre. *Bacteriemia por gram negativos. *Embolia pulmonar.	Parestesias, confusión, mareos, ansiedad, palpitaciones.
Acidosis metabólica (Perdida de bicarbonato retención de ácidos) pH <7.45, HCO ₃ ⁻ <22 mEq/L PaCO ₂ <35 mmHg (Si es de compensación)	*Agotamiento de HCO ₃ ⁻ por diarrea intensa *Producción excesiva de ácidos orgánicos por trastornos endocrinos, shock o drogas. *Excreción inadecuada de ácidos por enfermedad renal. *Cetoacidosis diabética	Aliento afrutado, cefalea, letargo, náuseas, vómitos, dolor abdominal, temblores, confusión, coma (si es grave).
Alcalosis metabólica (Retención de bicarbonato, pérdida de ácidos) pH >7.45, HCO ₃ ⁻ >26mEq/L PaCO ₂ >45 mmHg (Si es de compensación)	*Pérdida de ácido clorhídrico por vómitos prolongados o aspiración gástrica. *Pérdida de potasio por aumento en la excreción renal (como en el tratamiento con diuréticos) o esteroides. *Ingestión excesiva de álcalis. *Enfermedad hepática	Respiración lenta, musculatura hipertónica, fasciculaciones, confusión, convulsiones, mareos, coma (si es grave)

Tabla núm. 7 Podemos observar los trastornos acido básicos, las posibles causas y sus signos y síntomas.

Woodruff D. (2016). *Enfermería del paciente en estado crítico*. Barcelona, España. Editorial Wolters Kluwer. p.336

3.3.2 Oximetría de pulso

Es una técnica de monitoreo no invasiva que se utiliza para estimar la saturación arterial de oxígeno (SaO₂) de la hemoglobina.

La saturación de oxígeno es un indicador del porcentaje de hemoglobina saturada con oxígeno en el momento de la medición. La lectura obtenida a través de la oximetría de pulso, utiliza un sensor de luz que contiene 2 fuentes lumínicas (luces roja e infrarroja) que son absorbidas por la hemoglobina y transmitidas a través de los tejidos a un foco detector. La cantidad de luz transmitida a través del tejido es entonces, convertida a un valor digital que representa el porcentaje de hemoglobina saturada con oxígeno.

Los valores de saturación de oxígeno obtenidos por oximetría de pulso (SpO₂) son una parte de una evaluación completa del estado de oxigenación del paciente [incluye PaO₂, SpO₂, Hemoglobina, Gasto cardiaco, Saturación de oxígeno en sangre venosa mixta (SvO₂)] y no son un sustituto de la medición de la presión parcial arterial de oxígeno (PaO₂) o de la ventilación.

Fig. 65
Oximetría de pulso

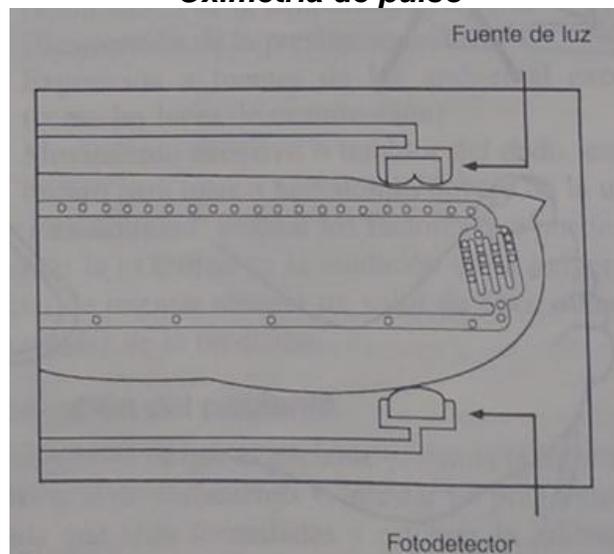


Fig.65 En la figura se muestra el oxímetro de pulso colocado alrededor de un lecho arteriolar pulsátil, el dispositivo cuenta con un sensor que contiene una fuente de luz y un fotodetector, se utilizan luces con longitudes de ondas roja e infrarroja para determinar la saturación arterial de oxígeno.

Lynn-McHale D. & Carlson K. (2003). *Cuidados intensivos procedimientos de la American Association of Critical-Care Nurses AACN.*

Madrid España. Editorial Médica Panamericana. pp. 91

Confiabilidad de las mediciones:

Requieren considerar una serie de variables fisiológicas por ejemplo:

- ❖ Nivel de hemoglobina
- ❖ Flujo de sangre arterial al lecho vascular
- ❖ Temperatura del dedo o del área donde se coloca el sensor de oximetría
- ❖ Capacidad de oxigenación del paciente
- ❖ Porcentaje de oxígeno inspirado
- ❖ Evidencia de alteración de la relación ventilación- perfusión
- ❖ Cantidad de luz ambiental detectada por el sensor
- ❖ Retorno venoso al sitio donde está colocada la sonda.

Consideraciones al colocar oximetría de pulso

❖ Cualquier cambio de coloración en el lecho ungueal ya que puede afectar la transmisión de luz a través del dedo. (El esmalte oscuro para uñas y los hematomas debajo de la uña pueden limitar mucho la transmisión de luz y disminuir artificialmente el valor de la SpO₂)

❖ Los oxímetros de pulso no son capaces de diferenciar entre el oxígeno y el monóxido de carbono unido a la hemoglobina, las lecturas en presencia de monóxido de carbono estarán falsamente elevadas, por lo cual nunca debe ser utilizada cuando se sospecha de exposición a monóxido de carbono lo ideal es realizar siempre una lectura de gases en sangre arterial.

❖ Nunca se debe utilizar un oxímetro de pulso en caso de paro cardíaco, debido a las limitaciones extremas del flujo sanguíneo.

❖ Los valores de saturación de oxígeno pueden variar con el grado de utilización de oxígeno por parte de los tejidos. Por ejemplo en algunos pacientes existe una diferencia en los valores de SpO₂ en reposo y durante la actividad, como la deambulación y los cambios de actividad.

Valores normales:

- ❖ En individuos sanos la saturación de oxígeno se mantiene entre un 97% al 99%.
- ❖ Una saturación de oxígeno del 95% es aceptable clínicamente en un paciente con un nivel normal de hemoglobina. Mediante el uso de la curva de disociación de la oxihemoglobina, generalmente, se observa que una saturación de oxígeno del 90% se correlaciona con una PaO₂ de 60 mmHg.

La oxigenación tisular no está reflejada por la saturación de oxígeno. La afinidad de la hemoglobina por el oxígeno puede dificultar o aumentar la liberación de oxígeno a nivel tisular.

Disminución de la afinidad por el oxígeno

- ❖ El oxígeno es liberado más fácilmente a los tejidos cuando el pH disminuye, la temperatura corporal aumentada, la presión arterial parcial de dióxido de carbono (PaCO₂) está elevada, y los niveles de 2,3-DPG (un subproducto del metabolismo de la glucosa que también se encuentra en los productos sanguíneos almacenado) están aumentados.
- ❖ Aumento de la afinidad por el oxígeno cuando la hemoglobina tiene una afinidad a mayor por el oxígeno, hay una cantidad menor disponible por los tejidos. El aumento del pH, la disminución de la temperatura, de la PaCO₂, y del 2,3-DPG aumenta la unión del oxígeno a la hemoglobina y limitan su liberación a los tejidos.

Capítulo 4.

Complicaciones más frecuentes de la ventilación mecánica



CAPITULO 4. COMPLICACIONES MÁS FRECUENTES DE LA VENTILACIÓN MECANICA

El objetivo primordial de la ventilacion mecanica es indudablemente la mejora y control de la hipoxemia aguda grave, no obstante al ser una tecnica invasiva, con lleva riesgos que pueden ocasionar lesiones pulmonares que pueden ser mas graves de las ocasionadas por la enfermedad primaria.

4.1 NEUMONIA ASOCIADA A LA VENTILACIÓN MECANICA (NAVVM)

La neumonia asociada con el ventilador mecanico es un tipo de neumonia nosocomial que se desarrolla despues de 48-72 hrs de la intubación endotraqueal. La ventilación mecanica y la via aerea artificial predisponen a complicaciones infecciosas, potencialmente graves, del parenquima pulmonar y las vias respiratorias.

Los pacientes sometidos a la ventilacion mecanica tienen un mayor riesgo de sufrir neumonia. La intubación por si misma aumenta este riesgo 7 veces.

En los primeros 4 dias tras la intubacion son más propensos a adquirir un neumonia precoz predominado los germen es gram positivos, tras el 5to dia neumonia tardia predominando germen es gram negativos.

Cuadro clinico

- ❖ Fiebre
- ❖ Leucocitosis
- ❖ Esputo purulento
- ❖ Aparicion de nuevos infiltrados radiologicos
- ❖ Cultivo obtenido mediante aspirado traqueal

La NAVVM se asocia a un aumento de morbimortalidad prolongando el periodo de ventilación y estancia hospitalaria, las medidas de higiene más basicas como el lavado de manos, cambio de guantes, mantencion libre de secreciones orofaringeas, aspiracion con sonda esteril, posicion semifowler son un factor indispensable para la prevencion de esta complicación.

4.2 BAROTRAUMA

Es la fuga extraalveolar de gas englobando diversas entidades en función de la localización del mismo:

- ❖ Enfisema intersticial
- ❖ Enfisema subcutáneo
- ❖ Enfisema mediastínico
- ❖ Neumopericardio
- ❖ Neumotorax

El componente implicado es la sobredistensión por elevado volumen corriente o por PEEP relacionado con la presión alveolar pico, por ello la utilización de valores de volumen corriente y PEEP bajos de tal manera que no sobrepase en ningún caso la presión alveolar pico de 35 cmH₂O

V. Conclusión

Tras la realización de los aspectos fundamentales del paciente con apoyo ventilatorio, revisando puntos esenciales de la anatomía y fisiología de la respiración al igual que los conceptos de ventilación mecánica y componentes del respirador artificial se logro familiarizar el manejo del ventilador mecanico al personal de enfermería ampliando el conocimiento acerca del funcionamiento del mismo y los objetivos que se buscan para el restablecimiento de salud del paciente, este tipo de conocimiento nos da las herramientas para monitorizar la evolución del mismo con respecto a los cambios en el ventilador mecanico.

Se dieron a conocer las intervenciones de enfermería independientes e interdependientes en el paciente en estado crítico con apoyo ventilatorio fundamentándolo científicamente con la finalidad de fomentar la comprensión de los problemas que se pudiesen presentar.

Si bien el aprendizaje en el área de la salud nunca va a terminar sobre todo cuando estamos conscientes que mucho de lo que hagamos o dejemos de hacer repercutirá en el restablecimiento de la salud del paciente.

VI. Sugerencias

Tras el presente trabajo elaborado se ha elaborado un listado de las siguientes sugerencias para la mejor comprensión del manejo al paciente con apoyo ventilatorio a los estudiantes de la licenciatura en enfermería.

- ❖ Mantener una continua actualización sobre aspectos de la ventilación mecánica y prevención de complicaciones para la atención adecuada al paciente con apoyo ventilatorio.
- ❖ Conservar asepsia y antisepsia en todos los procedimientos a realizar en el paciente con ventilación mecánica para evitar neumonía asociada a la ventilación mecánica.
- ❖ Evaluar los hallazgos encontrados en el paciente antes de cualquier intervención a realizar.
- ❖ Implementación de talleres de ventilación mecánica durante la formación académica para la programación del respirador con la finalidad de familiarizar al estudiante de la licenciatura en enfermería.
- ❖ Para la ampliación de conocimientos agregar temas acerca de ventilación mecánica en la curricula de la licenciatura de la facultad de estudios superiores Iztacala.
- ❖ Realización de procesos enfermeros a pacientes con apoyo ventilatorio, con la finalidad de identificar necesidades especificar y relacionar los conocimientos adquiridos.
- ❖ Romper el paradigma acerca del manejo exclusivo por parte del personal de inhaloterapia y el médico tratante a pacientes con apoyo ventilatorio es fundamental el trabajo multidisciplinario.

VII. Glosario

Alarmas: Dispositivos acústicos o luminosos que tienen los respiradores y cuyo fin es vigilar y llamar la atención sobre determinados eventos, que requieren la vigilancia o acción por parte del clínico.

Actividades de enfermería: Acciones específicas que realizan los profesionales de enfermería para llevar a cabo una intervención y que ayudan al paciente a avanzar hacia el resultado deseado. Las actividades de enfermería se traducen en una acción concreta. Para poner en práctica una intervención se requiere una serie de actividades

Capacidad inspiratoria (CI): Cantidad de aire que una persona puede inspirar, comenzando en el nivel espiratorio normal y distendiéndose los pulmones hasta la máxima cantidad.

Capacidad pulmonar total (CPT): Es el volumen máximo al que se pueden expandir los pulmones con el máximo esfuerzo posible. Suma de la capacidad vital más volumen residual.

Capacidad residual funcional (CRF): Es igual al volumen de reserva inspiratorio más el volumen residual.

Capacidad Vital (CV): Es la cantidad máxima de aire que puede expulsar una persona previa inspiración hasta su máxima dimensión.

Cociente P/F (PaO_2/FiO_2): Indica si existe una relación adecuada entre la cantidad de oxígeno que está respirando el paciente (FiO_2) y la cantidad de oxígeno que atraviesa los alvéolos y alcanza la circulación (PaO_2) (forma de evaluar el grado de oxigenación).

Compliance (distensibilidad) pulmonar: Capacidad para que los pulmones puedan expandirse.

Conectores: Piezas accesorias que sirvan para el ensamblaje de las tubuladuras y puntos de conexión con algún accesorio.

Diafragma: Músculo con forma de cúpula dividido en 2 mitades cada una inervada por los nervios frénicos (derecha e izquierda); separa la cavidad torácica de la cavidad abdominal.

Espacio muerto anatómico: Parte del aire que respira una persona que nunca llega a la zona de intercambio gaseoso quedándose en la nariz, faringe, laringe, tráquea, bronquios, bronquiolos.

Espacio muerto fisiológico: Suma de las estructuras del espacio muerto anatómico añadiendo los alveolos que no son funcionales para el intercambio gaseoso debido a una mala o nula perfusión sanguínea.

Espacio muerto: Son las zonas del aparato respiratorio en donde no es posible el intercambio de gases con la sangre

Exhalación Forzada: Mecanismo de respiración exhalatorio adicional, los músculos abdominales se contraen descendiendo las costillas y haciendo presión sobre las vísceras abdominales. Esta acción voluntaria produce un aumento de la presión abdominal y eleva el diafragma comprimiendo los pulmones dándose la exhalación.

Exhalación: Proceso pasivo en donde los músculos que tuvieron contracción como el diafragma y los músculos intercostales se relajan además las costillas descienden haciendo que en conjunto el volumen pulmonar sea menor la presión aumente y se dé la exhalación.

Factor surfactante: Complejo de 90% lípidos y 10% proteínas, capaz de reducir la tensión superficial dentro de los alveolos pulmonares evitando que estos colapsen durante la exhalación este complejo lipoproteico es producido por los neumocitos tipo II de los alveolos.

Flujo (V): Se define como el movimiento de fluido consecuente a la aparición de un gradiente de presión y que tiende a compensarlo. Unidad de medición l/min y el l/s.

Forma de onda: La forma de onda depende principalmente del comportamiento de la resistencia de las vías aéreas, del trabajo respiratorio y de las presiones pico y de plateau alcanzadas durante el ciclo ventilatorio.

Fracción inspirada de oxígeno (FiO₂): Es la concentración de oxígeno aportada al paciente.

Frecuencia respiratoria (FR): Es el número de movimientos respiratorios que aplica el respirador al paciente por minuto. Se utilizan frecuencias respiratorias de 12 a 14 por minuto en el adulto.

Gradiente de presión: Cualquier diferencia en el valor absoluto de presión entre 2 puntos de un gas, entre los que no existe solución de continuidad.

Hemoglobina: Es una proteína presente en los glóbulos rojos encargada de transportar oxígeno (de reserva) a los tejidos, esta hemoglobina es producida en el eritroblasto (células Inmaduras del eritrocito), es la razón de que los glóbulos rojos de la sangre sean de color rojo.

Inspiración: Proceso activo donde el flujo de aire pasa de la atmosfera hacia adentro de los pulmones, lograda por la diferencia de presiones debido a la contracción de los músculos respiratorios

Inspiración forzada: Mecanismo de respiración donde se busca un aumento adicional de volumen disminuyendo aún más la presión, se debe a la contracción de los músculos:

1. Esternocleidomastoideo
2. Escaleno

Presión alveolar máxima: Es un indicador de la existencia de distensión alveolar excesiva (o de que las respiraciones mecánicas están aplicando una presión excesiva), que se puede determinar mediante la presión de estabilización.

Ley Dalton: “La presión total de una mezcla de gas (como el aire) es igual a la suma de las presiones que cada gas en la mezcla ejercería de manera independiente.

Ley de Boyle: La presión de un gas en un compartimento es inversamente proporcional al volumen del recipiente.

Ley de Henry: Cantidad de gas que se va a disolver en un líquido es proporcional a la presión parcial del gas y a su solubilidad”

Mecánica de la respiración: Comprende una serie de movimientos que se producen en el tórax destinados a permitir la entrada y salida de aire de los pulmones.

Membrana alveolar: Superficie grande dentro de los pulmones corresponde un estimado de 300 millones de sacos aéreos pequeños conocidos como alveolos, el área de superficie total de la membrana respiratoria es de aproximadamente 70m².

Monitor: Dispositivo de salida para el ordenador que muestra en su pantalla los resultados de las operaciones realizadas en forma gráfica (se visualizan las acciones y procesos que se ejecutan valores programados, valores totales, alarmas y graficas).

Nebulizador: Dispositivo capaz de generar una neblina para administrar medicamentos líquidos desintegrando las partículas de 5 a 1 micra con la finalidad de llegar a los pulmones a realizar su efecto. Se conectara en el ventilador adaptándolo a la salida para nebulización.

Panel de programación: Constituye todos los botones de programación permitiendo a los usuarios que vean, manipulen, ajusten y controlen los parámetros y alarmas con los cuales se establece el tratamiento de ventilación y oxigenación que requiere el paciente.

Pleura pulmonar: Membrana serosa que recubre el parénquima pulmonar y el interior de la cavidad torácica, existen 2 pleuras.

1. Pleura visceral cubre los pulmones
2. Pleura parietal reviste la cavidad torácica

Presión alveolar: Es la presión del aire que hay en el interior de los alveolos pulmonares.

Presión de estabilización: Presión que se aplica sobre las vías respiratorias de calibre pequeño y los alveolos durante la inspiración.

Presión inspiratoria máxima (PIM): Es la fuerza máxima a la que el aire será entregado al paciente se utiliza en programa en el caso en donde se ha decidido ventilar con “presión controlada” utilice una presión de inicio de 20 cm H₂O, este valor se adecua de acuerdo a la respuesta del paciente.

Presión pleural: Es la presión del líquido que está en el delgado espacio que hay entre la pleura visceral (pulmonar) y la pleura parietal (pared torácica)”. Dicha presión negativa es debido a la aspiración continua del exceso de líquido intrapleural por parte de los conductos linfáticos.

Presión positiva al final de espiración (Peep): indica la presión positiva que existe en los pulmones al final de la espiración

Presión transpulmonar: Es la diferencia de presión que existe entre la presión alveolar y la presión de las superficies externas de los pulmones (presión pleural) y es una medida de las fuerzas elásticas de los pulmones que tienden a colapsarlos en todo momento de la respiración debido a la respiración de retroceso.

Presión: Resultado de aplicar una fuerza (F) sobre una superficie (S).

Pulmones: Estructuras elásticas situados en la cavidad torácica separados por el corazón y otros órganos adyacentes

Resistencia (R): Conjunto de determinantes existentes entre los 2 puntos de un gradiente de presión y que modulan el flujo circulante

Respiración pulmonar: Proceso automático e involuntario aunque es posible modificar el ritmo y la amplitud de las inspiraciones.

Sensibilidad (trigger): Mecanismo del ventilador que consiste en unos sensores que se activan cuando detectan una caída de presión o un cambio de flujo en el circuito respiratorio.

Sensibilidad se refiere al ventilador y el esfuerzo inspiratorio se refiere al paciente

Solubilidad: Capacidad de una sustancia para poder disolverse en otra.

Suspiro: Introducción de V_T adicional en forma de disparos al paciente para prevenir microatelectasias provocadas por la posición del paciente y por la ventilación con volúmenes constantes.

Tasa de flujo: Es la velocidad con la que se aporta el volumen corriente

Tensión superficial: Cantidad de energía necesaria para aumentar su superficie por unidad de área, lo que quiere decir que el líquido tiene una resistencia para aumentar su superficie (se opone a ello).

Tiempo de plateau (pausa inspiratoria o meseta): Es una pausa opcional, que se realiza tras finalizar la insuflación del gas, durante la cual el pulmón permanece insuflado pero sin que haya flujo, y que finaliza al acabar el tiempo insuflado. Se programa entre 0.2 y 2 segundos dependiendo del paciente.

Turbulaturas: Circuito de forma elástica evita la rigidez facilitando la movilidad del paciente en algún tipo de procedimiento.

Válvula de espiración del paciente: La válvula de espiración se abre al término del tiempo programado para la inspiración, lo que espira el paciente nunca entra al ventilador, ya que la espiración pasa por un sensor de flujo (capta y mide el flujo, volumen y la presión) para después se libera al medio ambiente.

Ventilación asistida: Modo ventilatorio en el cual el ventilador cicla en respuesta a un esfuerzo inspiratorio programable (sensibilidad), indicado en paciente con respiración espontánea y debilidad de los músculos.

Ventilación controlada (CMV): Modo ventilatorio con presión positiva el respirador realiza todo el trabajo ventilatorio ya que el paciente es incapaz de generar fuerza inspiratoria, en otras palabras el ventilador asume el comando de la actividad ventilatoria del paciente sin ninguna intervención de este.

Ventilación mandatoria intermitente (IMV): Es un modo de ventilación que combina ciclos automáticos del ventilador, con ciclos espontáneos del paciente.

Ventilación mandatoria intermitente sincronizada (SIMV) o ventilación intermitente por demanda (IDV): Sincroniza el ciclo del ventilador con el esfuerzo inspiratorio del paciente, es decir, que el ventilador “asiste” al enfermo en el periodo de presión positiva programada a diferencia de IMV, modo en el que el ventilador “controla” el ciclo.

Ventilación mecánica asistida controlada (VMA/C): Combinación del modo controlado y modo asistido. El paciente puede estar en un modo asistido y en caso de que su esfuerzo inspiratorio sea insuficiente, o por alguna razón lo suspenda, entonces el ventilador toma el comando de la ventilación protegiendo al enfermo hasta que este sea capaz de retornar a modo asistido.

Ventilación mecánica invasiva: Ventilación con presión positiva se caracteriza por la utilización de una vía respiratoria artificial, como una traqueotomía o un tubo endotraqueal (TET).

Ventilación mecánica no invasiva (VMNI): Ventilación con presión positiva se caracteriza con el uso de una mascarilla junto con la vía respiratoria natural del paciente.

Ventilación mecánica: Procedimiento de respiración artificial que emplea un aparato mecánico para ayudar o sustituir la función ventilatoria, pudiendo además mejorar la oxigenación e influir en la mecánica pulmonar

Ventilación pulmonar: Flujo de entrada y salida del aire entre la atmosfera y los alveolos de los pulmones

Ventilador de presión negativa: Consiste en generar una presión subatmosférica (negativa) dentro de una cámara herméticamente sellada en la cual se encuentra el cuerpo (o solo el tórax) del paciente. La cabeza, que es donde se localiza la vía aérea superior, permanece fuera de la cámara, de esta manera se mantiene la presión de los pulmones igual a la presión barométrica. La presión subatmosférica se genera al “sacar el aire” de la cámara hermética, ocasionando la distensión de la caja torácica, lo que origina un incremento en el volumen de los alveolos, permitiendo la entrada de la mezcla aire-oxígeno.

Ventilador de presión positiva: Consiste en empujar aire desde la vía aérea superior hasta el interior de los pulmones (alveolos), para ello genera una presión supra-atmosférica (positiva) en la vía aérea superior

Volumen (V): Cantidad de aire que se otorga al paciente, unidad de medición litros y mililitros.

Volumen corriente (V_c): Cantidad de aire que se inspira y espira en cada movimiento respiratorio (ventilación pulmonar) en un adulto sano son 500 ml de aire.

Volumen corriente o volumen tidal (V_T): El volumen corriente representa el gas intercambiado en cada respiración efectuada con el respirador.

Volumen minuto (V_{min}): Cantidad de aire inspirado y espirado resultado de la multiplicación del volumen corriente por el número de respiraciones en un minuto.

Volumen pulmonar: Es igual a la cantidad de aire que entra y sale de los pulmones. Cuando se suman los volúmenes pulmonares se obtiene la máxima capacidad de expansión pulmonar.