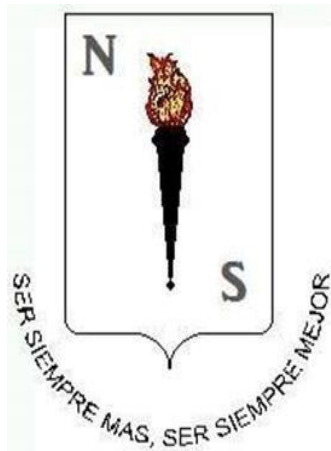


ESCUELA DE ENFERMERÍA DE NUESTRA SEÑORA DE LA SALUD INCORPORADA  
A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CLAVE: 8722



TESIS

INTERVENCIONES DE ENFERMERÍA EN NEONATOS CON VENTILACIÓN  
MECANICA DESDE LA PERSPECTIVA MARY ELIZA  
MAHONEY

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN ENFERMERÍA Y OBSTETRICIA

PRESENTA:

LIZBET VILLANUEVA ORTIZ

ASESORA DE TESIS:

LIC. EN ENF. MARÍA DE LA LUZ BALDERAS PEDRERO

MORELIA, MICHOACÁN 2020.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

Todo el material contenido en esta tesis 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.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

Agradezco a mis padres Delfina Ortiz Chávez y miguel Villanueva por brindarme la vida, por guiarme en la vida a lo largo de toda mi existencia. Gracias por ser mi principal apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

Gracias padres por ser mis principales promotores de mis sueños y porque gracias a su amor paciencia y esfuerzo me han permitido cumplir un sueño más, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores, enseñanzas y principios que me han inculcado a través de todos estos años.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

## DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A mis padres por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por ser unos de los pilares más importantes de mi vida y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

A la persona que más amo A.z. Tu ayuda ha sido fundamental, has estado conmigo incluso en los momentos más turbulentos. Este proyecto no fue fácil, pero estuviste motivándome y ayudándome hasta donde tus alcances lo permitían. Gracias por estar en mi vida

## INDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	1
2.- MARCO TEÓRICO.....	4
2.1.- VIDA Y OBRAS.....	4
2.3. HIPÓTESIS .....	5
2.-4 JUSTIFICACIÓN .....	5
2.5.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
2.6.- OBJETIVOS.....	7
2.6.1 GENERAL.....	7
2.6.2. ESPECÍFICOS .....	8
2.7.- MÉTODOS.....	8
2.7.1.-MÉTODO CUALITATIVO.....	8
2.7.2.- MÉTODO CUANTITATIVO.....	8
2.8. VARIABLES .....	9
2.9. ENCUESTAS Y RESULTADOS.....	9
2.10. GRAFICADO .....	12
3.- HISTORIA DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA.....	12
3.1 CONCEPTOS.....	16
3.2. CARACTERÍSTICAS.....	20
3.3.- CLASIFICACION.....	32
3.4. ANTECEDENTES.....	46
3.5. CONCECUENCIAS.....	50
3.6. CUIDADOS.....	52
3.7. PATOGENIA .....	55
3.8. COMPLICACIONES .....	56
4. PROCEDIMIENTOS REALIZADOS EN LA UNIDAD DE CUIDADO INTENSIVO NEONATAL (UCIN) ....	57
4.1. INGRESO DEL NEONATO A LA UCIN.....	57
4.2. LA SEGURIDAD DEL PACIENTE NEONATAL.....	59
4.3. PROCEDIMIENTO PARA LA MONITORIZACIÓN DEL PACIENTE NEONATAL.....	61
4.4. PROCEDIMIENTO PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LECHE MATERNA Y DE FÓRMULAS LÁCTEAS EN LA UNIDAD DE RECIÉN NACIDOS .....	96
4.5. PROCEDIMIENTO: CAMBIOS DE POSICIÓN AL RECIÉN NACIDO.....	97

4.7. PROCEDIMIENTO PARA LA HIPOTERMIA TERAPÉUTICA .....	106
4.8. INSERCIÓN DEL ACCESO VENOSO PERIFÉRICO .....	108
4.9. INSERCIÓN DEL CATÉTER EPICUTÁNEO.....	113
5. INDICACIONES Y SELECCIÓN DEL PACIENTE NEONATO PARA INICIAR UNA VENTILACION MECANICA INVASIVA .....	116
5.1. LUGAR DE INICIO DE LA VMD.....	118
5.2. MATERIAL PARA LA VMD .....	119
5.3. VENTILADOR.....	119
5.4. COMPLICACIONES DE LA VNI .....	122
5.5. VALORACIÓN DE LA EFECTIVIDAD.....	123
6.-PROCEDIMIENTOS PARA LA INTUBACION ENDOTRAQUEAL .....	124
6.1.INDICACIONES DE INTUBACIÓN OROTRAQUEAL .....	125
6.2. VALORACIÓN PREVIA A LA INTUBACIÓN.....	125
6.3- LA APERTURA ORAL.....	126
6.4. LA DISTANCIA TIROMENTONIANA .....	126
6.5. LA DISTANCIA MENTOESTERNAL.....	126
6.6. MATERIALES NECESARIOS PARA LA INTUBACIÓN.....	127
6.7. OXIGENOTERAPIA PREINTUBACIÓN.....	127
6.8 MANIOBRAS DE PREINTUBACIÓN .....	129
6.9. MEDICAMENTOS PARA REALIZAR INTUBACIÓN .....	133
7. DESTETE DE LA VENTILACION MECANICA EN NEONATOS .....	140
7.1. TÉCNICAS DE DESTETE.....	141
7.1. FASE DE PREDESTETE. ....	141
7.3. FASE DE DESTETE EN CURSO .....	142
7.4. FASE DE EXTUBACIÓN .....	143
7.5. FASE POST EXTUBACIÓN .....	144
7.6 ALTA A DOMICILIO .....	145
7.7. PREPARACIÓN DE LA FAMILIA Y DE LOS EQUIPOS DE ATENCIÓN PRIMARIA .....	145
7.8 MONITORIZACIÓN Y SEGUIMIENTO.....	149
7.9.- MONITORIZACIÓN Y SEGUIMIENTO .....	150
8. ATENCIÓN DE ENFERMERÍA EN UCI NEONATAL .....	152
9.- CONCLUSIÓN.....	159

10.-BIBLIOGRAFIA.....	162
10.1. BASICA:.....	162
10.2 COMPLEMENTARIA .....	166
11. GLOSARIO.....	168

## **1.- INTRODUCCIÓN**

En la medicina, la ventilación mecánica es un método para ayudar o sustituir la respiración espontánea mecánicamente. Esto puede implicar una máquina llamada respirador o la respiración pueden ser asistidos por un médico, terapeuta respiratorio o de otra persona adecuada compresión de una bolsa o un conjunto de fuelle. Hay dos divisiones principales de la ventilación mecánica: ventilación invasiva y la ventilación no invasiva. Hay dos modos principales de la ventilación mecánica dentro de las dos divisiones: La ventilación con presión positiva, donde el aire se introduce en la tráquea, y la ventilación de presión negativa, donde el aire es esencialmente absorbido por los pulmones. La mortalidad neonatal constituye un elevado porcentaje en la mortalidad infantil, calculando la OMS unos 5 millones de muertes al año de recién nacido en todo el mundo y siendo la infección neonatal su principal causa.

La canalización venosa es fundamental en el tratamiento de los cuidados neonatales ingresados en la unidad de cuidados intensivos, administrándose hemoderivados, nutrición parenteral, fármacos, así como una hidratación óptima en función de su requerimiento. Aunque resulte primordial la canalización venosa para un tratamiento adecuado del neonato, aproximadamente el 90% de las infecciones del torrente sanguíneo está asociado a la canalización venoso periférica.

Hay que tener en cuenta que el recién nacido es muy susceptible al desarrollo de infección por presentar un sistema inmune deficiente, dando lugar a una sepsis debido a la invasión en el torrente sanguíneo como puede ser virus, bacterias, hongos y parásitos.

Los neonatos ingresado en la unidad de cuidados intensivos presentan una mayor probabilidad de sufrir infecciones nosocomiales sobre todo en aquellos que presentan un bajo peso al nacer o en pretermino, por lo que es importante llevar en manejo por enfermería del recién nacido (RN) de alto riesgo o grave en UCIN es vital para la evolución y el pronóstico del paciente, ya que está a cargo



del cuidado integral del paciente en conjunto con el Neonatólogo. Es indispensable el conocimiento técnico-científico de cada una de las patologías a las cuales puede enfrentarse en la UCIN. Así mismo se requiere de un gran compromiso profesional, personal y ético para apoyar al RN grave y a sus padres. En este capítulo se mencionan los puntos más relevantes en una forma organizada del cuidado general de un paciente en UCIN, sin embargo debemos mencionar, que el cuidado específico del RN, para cada patología deberá ser tratado en forma más específica al hablar de cada una de ellas: proceso normal de un embarazo, proporciona una visión para iniciar la comprensión de los factores que afectan el desarrollo del feto y del RN de alto riesgo. El conocimiento de las complicaciones maternas va a permitir reconocer anticipadamente complicaciones en el RN y poder realizar intervenciones apropiadas. Condiciones Anteparto Hipertensión producida por el embarazo: pre- eclampsia y eclampsia Diabetes Gestacional Infección materna Condiciones Inrapartum Trabajo de parto prematuro Desprendimiento de placenta Placenta Previa Prolapso del cordón umbilical Distocia de hombros Presentación pélvica Terminología básica para el manejo del RN de alto riesgo Duración del embarazo 280 días, que corresponden a 40 semanas post- menstruales o 10 meses lunares La gestación se divide en tres trimestres Primer trimestre: 0-12 semanas Segundo trimestre: 13-27 semanas Tercer trimestre: 28-40 semanas Edad Gestacional Término: 38-42 semanas Prematuro: menor a 37 semanas Postérmino: mayor a 42 semanas esta unidad un cumplimiento profiláctico adecuado para evitar tal desenlace.

La ventilación mecánica invasiva (VM), constituye uno de los ejes centrales del manejo de la insuficiencia respiratoria aguda, especialmente cuando los mecanismos de compensación del paciente pediátrico son insuficientes para proporcionar el trabajo respiratorio que determine una buena oxigenación del organismo y una adecuada remoción del CO<sub>2</sub>. De esta manera, la VM se ha transformado en una herramienta de uso frecuente en la Unidades de Paciente

Crítico Pediátrico, con un uso descrito sobre un 20% de los pacientes ingresados a una UCI pediátrica, llegando a cifras mayores a 50% de los ingresos en época de infecciones respiratorias. La decisión de colocar a un paciente en VM es una combinación de arte y ciencia, en donde se debe combinar en forma justa y apropiada, el juicio clínico, síntomas y signos de insuficiencia respiratoria y la incapacidad del paciente de mantener un adecuado intercambio gaseoso o una vía aérea permeable. Es importante entender que los pacientes pediátricos no son adultos pequeños, pues difieren en aspectos anatómicos y fisiológicos. Los pacientes pediátricos presentan un occipucio más prominente lo que hace que en decúbito dorsal se produzca una flexión del cuello que determina una potencial obstrucción de la vía aérea. La lengua es desproporcionadamente grande en relación a la boca, la laringe es más alta y tiene una forma de embudo más exagerada que en el adulto, siendo la porción más estrecha a nivel del cartílago cricoides, lo que determina que un pequeño edema en esta zona pueda determinar un gran aumento de la resistencia flujo de aire. Por otra parte, el árbol respiratorio comparativamente con el de un adulto es mucho más estrecho determinando una alta probabilidad de obstrucción ante pequeños cambios de radio producidos por edema de la pared (la resistencia al flujo de aire es inversamente proporcional al radio a la cuarta potencia para un flujo laminar y al radio a la quinta potencia para un flujo turbulento) . La pared torácica en lactantes y niños presenta costillas que están más horizontalizadas lo que dificulta la generación de presiones negativas intratorácicas especialmente en situaciones de *compliance* pulmonar baja, por otro lado, al ser la pared torácica más complaciente, determina una mínima oposición a la tendencia natural de retracción del tejido pulmonar, lo que determina una menor capacidad residual funcional (CRF) y de manera secundaria una menor reserva funcional. En forma conjunta, las diferencias anatómicas y funcionales descritas a nivel de caja torácica y parénquima pulmonar, determinan *compliance* o distensibilidad pulmonar menores, constantes de tiempo diferentes en las diferentes edades y volúmenes corrientes que varían no en relación a la masa muscular o porcentaje de grasa como ocurre en el adulto, sino en relación al peso y altura.

Fisiológicamente, la VM corresponde a la entrada y salida de un flujo de aire hacia los pulmones, flujo que es impulsado por una gradiente de presión creada por la máquina, determinando así la expansión pulmonar, siendo la salida o espiración de aire un proceso pasivo. La principal meta de la ventilación mecánica es sustituir el trabajo respiratorio que no puede ser realizado de manera eficiente por nuestro paciente, logrando así producir una adecuada Ventilación y Oxigenación.

## **2.- MARCO TEÓRICO**

### **2.1.- VIDA Y OBRAS**



Mahoney nació en 1845, y en su adolescencia, de acuerdo con lo que dice distinguishedwomen.com, decidió estudiar enfermería mientras lavaba la ropa en el Hospital de Nueva Inglaterra para Mujeres y Niños

Certificado de enfermera. De acuerdo con lo que dice bridgew.edu, en 1879 ella fue una de cuatro mujeres, y la única negra, de una clase original de 40 en graduarse del programa de enfermería del hospital.

Enfermera privada. De acuerdo con lo que dice distinguishedwomen.com, después de la graduación, Mahoney trabajó como enfermera privada durante 30 años antes de convertirse en directora de un orfanato en Long Island, New York.

Pionera. De acuerdo con lo que dice distinguishedwomen.com, ella se convirtió en miembro fundador de Nurses Associated Alumnae of the United States and Canada (alumnas enfermeras asociadas de los Estados Unidos y Canadá) antes de ser co-fundadora de la National Association of Colored Graduate Nurses (Asociación nacional de enfermeras de color graduadas)

Audiencia presidencial. De acuerdo con lo que dice bridgew.edu, Mahoney fue determinante para que la NACGN (Asociación nacional de enfermeras de color

graduadas, por sus siglas en inglés) obtuviera una audiencia con el presidente Warren Harding, en la década de 1920.

Legado. De acuerdo con lo que dice distinguishedwomen.com, Mahoney murió en 1926, y 10 años después la NACGN creó un reconocimiento anual en su honor para mujeres que contribuyeron a la integración racial.

### **2.3. HIPÓTESIS**

La aplicación de la ventilación mecánica como medio de soporte de la función respiratoria es uno de los grandes logros de la medicina moderna en los cuidados de los enfermos críticos. En el ámbito de la neonatología, su introducción contribuyó de manera especial al aumento espectacular en la supervivencia de los grandes inmaduros y en otras patologías propias del recién nacido a término. Sin embargo, es un procedimiento exigente en recursos. Precisa para su correcta aplicación de personal altamente cualificado y una vigilancia continua de las constantes vitales, por lo que es la técnica por excelencia que caracteriza y justifica la creación de las unidades de cuidados intensivos.

Episodios de hipoxemias severas con bradicardia extrema y/o parada cardíaca originados por problemas ventilatorios no reconocidos o adecuadamente tratados, fugas aéreas, lesiones pulmonares asociadas al uso de ventiladores, displasia broncopulmonar (DBP) y neumonías asociadas, forman parte del daño colateral relacionado con la técnica.

Todos estos efectos adversos se multiplican cuando es preciso prolongar y/o intensificar la ventilación mecánica. Resulta por ello de la mayor importancia hacer un uso adecuado de este soporte vital, optimizando sus indicaciones y su aplicación práctica

### **2.-4 JUSTIFICACIÓN**

El síndrome de insuficiencia respiratoria sigue siendo la principal causa de morbimortalidad en las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales y le corresponde a la ventilación pulmonar ser una de las principales terapéuticas utilizadas para el tratamiento de los recién nacidos que aquí se ingresan. Se sabe

que el feto humano tiene movimientos respiratorios superficiales, episódicos, arrítmicos, intermitentes, que no guardan ninguna relación con el intercambio gaseoso y que parecen contribuir al desarrollo de los músculos intercostales y del diafragma. Los movimientos respiratorios fetales dan paso a una respiración regular y efectiva, esencial para la supervivencia del recién nacido. La ventilación mecánica (VM), es una forma de soporte invasivo destinada a optimizar el intercambio gaseoso y el estado clínico del paciente. Los ventiladores más utilizados, en el recién nacido, son de flujo continuo, limitados por presión y ciclados por tiempo, tienen la ventaja de permitir la respiración espontánea del recién nacido, permiten controlar independientemente los tiempos inspiratorio y espiratorio, y las presiones respiratorias, y son además de uso simple y de menor costo; sin embargo, no permiten controlar los volúmenes corrientes, no responden a cambios de distensibilidad pulmonar, y la asincronía respiratoria favorece los escapes aéreos. Esta terapéutica ha generado diferentes nomenclaturas, sistemas de conocimientos e introducción de respiradores, y sienta las bases de las polémicas contemporáneas en relación con la ventilación ideal. La ventilación artificial mecánica se emplea comúnmente en las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) con el objetivo de ofrecer soporte ventilatorio al neonato con insuficiencia respiratoria, y más recientemente se preconiza su utilización para asistir la ventilación de estos, por el concepto de que su reserva pulmonar y energética suele estar reducida y se hace necesario optimizar su oxigenación si bien múltiples investigadores afirman que el pronóstico de los neonatos con insuficiencia respiratoria aguda mejora considerablemente con el uso de estas técnicas, también se reconoce que no son inocuas y determinan una serie de limitaciones y complicaciones que hacen necesario su reconocimiento.

Aunque desde 1940 existen informes esporádicos de la utilización de ventilación mecánica en recién nacidos, pasaron muchos años antes de que se dispusiera de ventiladores adecuados para los mismos. Ya para la década del 70 esta novedosa terapéutica contribuye a mejorar los resultados

## **2.5.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El Cuidado de Enfermería al Recién Nacido en Ventilación Mecánica requiere de conocimientos teórico- prácticos, desarrollo de habilidades y destrezas que permitan brindar una atención de calidad, anticiparse a los problemas, reconocer los signos de alarma y manejar las situaciones de emergencia Procedimiento de soporte vital invasivo. Objetivos Optimizar el intercambio de gases Mantener volumen pulmonar adecuado Reducir el trabajo respiratorio Minimizar riesgo de daño pulmonar Optimizar el estado clínico y el confort del Recién Nacido. La necesidad que surge desde la profesión de enfermería, entorno a la identificación de problemas potenciales y cambios a nivel fisiológico que genera la ventilación mecánica, dentro del grupo de pacientes en estado crítico; puesto que el desconocimiento puede llevar a una aplicación inadecuada de intervenciones que carecen de evidencia científica y contribuyen al aumento de complicaciones, riesgos, morbilidad y mortalidad. La ventilación mecánica es un soporte a nivel respiratorio, que busca suplir por medio de un dispositivo externo (ventilador), la función fisiológica de aumentar el volumen pulmonar de aire para poder realizar un intercambio gaseoso y así lograr la oxigenación arterial y tisular, disminuyendo el trabajo que deben realizar los músculos ventilatorios.

El ingreso de volumen fisiológicamente se realiza mediante un cambio en las presiones entre la atmosférica y alveolar, donde a nivel inspiratorio y espiratorio hay intermediación de los músculos de la cavidad torácica favoreciendo su expansión y relajación; pero cuando por un proceso patológico ya sea a nivel restrictivo, obstructivo o hemodinámico se requiere el uso de un ventilador que cumpla esta función, se invierte el proceso fisiológico de por presión negativa a presión positiva

## **2.6.- OBJETIVOS**

### **2.6.1 GENERAL**

Estandarizar los cuidados de la atención de enfermería en pacientes neonatos conectados a ventilación mecánica, con el fin de ayudar al tratamiento de

recuperación de la salud del paciente y evitar complicaciones subyacentes a esta condición

### **2.6.2. ESPECÍFICOS**

1. Adaptar a la mejor evidencia científica disponible las indicaciones para el inicio de la ventilación mecánica, así como de las diferentes modalidades y estrategias a aplicar en cada situación clínica en particular.

Informar al personal de enfermería especializado en cuidados intensivos neonatales, el correcto funcionamiento de la ventilación pulmonar y el manejo del mismo para el destete de la ventilación mecánica sin complicaciones secundarias generadas por el mismo ventilador.

2. Disminuir el número de complicaciones relacionadas con la ventilación mecánica. De modo operativo se pretende:

- a. Disminuir la incidencia de escapes aéreos.

- b. Disminuir la incidencia de neumonía asociada a la ventilación mecánica

### **2.7.- MÉTODOS**

En el presente trabajo utilizaremos un método mixto.

#### **2.7.1.-MÉTODO CUALITATIVO.**

Ya que el método cualitativo se basa en temas significativos de investigación. La acción indagatoria se mueve de manera dinámicamente en ambos sentidos entre los hechos y su interpretación ya que también mi tema de investigación no sigue necesariamente un problema claramente definido, en la mayoría de los estudios cualitativos no se comprueban hipótesis, esta se genera durante el proceso de investigación. En el enfoque cualitativo evalúa el desarrollo natural de los sucesos.

#### **2.7.2.- MÉTODO CUANTITATIVO.**

El método cuantitativo Se basará en estadísticas de cuantas enfermeras encontramos con un fundamento científicos en la unidad de cuidados intensivos

neonatales con respecto a las intervenciones de enfermería en neonatos con ventilación mecánica, y como prevenir posibles complicaciones de esta.

## 2.8. VARIABLES

1.- A mayor capacitación en el personal de enfermería con bases científicas en cuanto el manejo de neonatos con ventilación mecánica, menor complicaciones y riesgos de mortalidad neonatal.

2.- A menor número de complicaciones relacionados con la ventilación mecánica , menor número de neonatos con neumonía asociada a la ventilación mecánica.

3.-A mayor información sobre el correcto funcionamiento de la ventilación pulmonar, mayor probabilidad de mejoría en el neonato ventilado y un rápido destete del mismo sin complicaciones

## 2.9. ENCUESTAS Y RESULTADOS

### ESCUELA DE ENFERMERIA DE NUESTRA SEÑORA DE LA SALUD.

#### ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL DE ENFERMERIA EN EL TEMA DE CUIDADOS DE ENFERMERIA EN VENTILACION MECANICA INVASIVA EN NEONATOS.

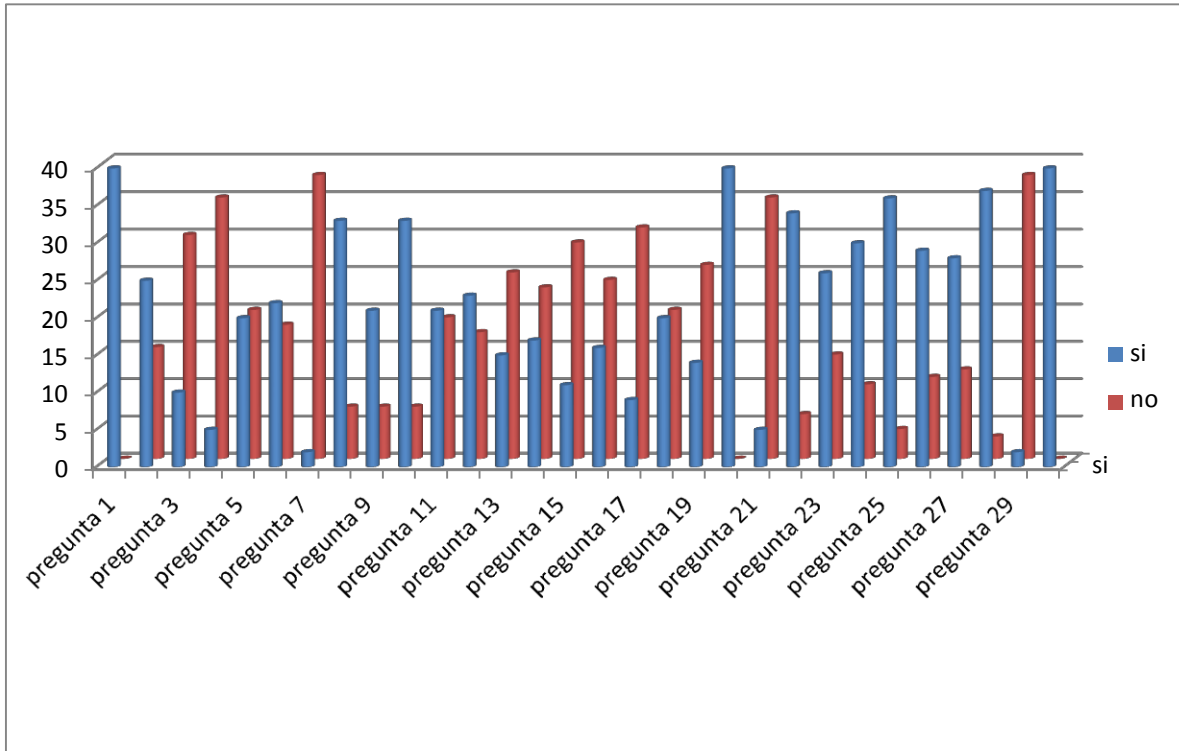
NO.	PREGUNTA	SI	NO
1.-	¿Has escuchado sobre la ventilación mecánica invasiva en neonatos?	40	
2.-	¿Usted sabe diagnosticar a un neonato candidato para ventilación mecánica invasiva?	25	15
3.-	¿Sabe diagnosticar la presencia de auto- PEEP?	10	30
4.-	¿Tiene en cuenta el Manejo correcto de auto-PEEP?	5	35
5.-	¿Sabías que uno de los objetivos de la ventilación mecánica es mejorar la oxigenación tisular?	20	20
6.-	¿Has escuchado si en un neonato que no te presenta patología se recomienda utilizar la frecuencia	22	18



	respiratoria de 30 a 50 respiraciones por minuto?		
7.-	¿Tienes en cuenta que se debe Mantener FiO2 > 60% cuando el SPO2 es mayor del 90%?	2	38
8.-	¿le habían informado que es recomendable Utilizar Vt alto en pulmones inflamados y rígidos?	33	7
9.-	¿Te han informado Cuáles son las metas del apoyo ventilatorio?	21	19
10.-	¿Sabes qué modalidad ventilatoria es la mejor para iniciar?	23	17
11.-	¿Recuerda usted qué fracción de Oxígeno (FiO2) debes emplear?	15	25
12.-	¿Conocías qué volumen corriente (VC) debes utilizar?	17	23
13.-	¿Sabías que la hipoxemia y la hipercapnia es una de las indicaciones para emplear la ventilación mecánica invasiva?	11	29
14.-	¿Te habían informado que un neonato puede desarrollar una bronconeumonía a causa del ventilador?	16	24
15.-	¿Tenías en cuenta que la aspiración endotraqueal en el neonato no se debe de tomar como rutina si no como algo necesario?	9	31

16.-	¿Conoces algunos cuidados de enfermería en neonatos con ventilación mecánica invasiva?	20	20
17.-	¿Usted les ha informado algunas veces a los familiares de su paciente sobre los cuidados que debe llevar en casa?	14	26
19.-	¿Le gustaría conocer cuáles son los cuidados de un neonato con ventilación mecánica invasiva?	40	0
20.-	¿Tienes el conocimiento sobre la duración de recuperación en un neonato ventilado?	5	35
21.-	¿Has tenido la experiencia de tratar con un neonato ventilado?	34	6
22.-	¿Alguna vez has tenido contacto con el llenado de la papelería requerida en un neonato con ventilador?	26	14
23.-	¿Estás bien informado sobre las indicaciones para la extubación de un neonato?	30	10
24.-	¿Conoces bien el material utilizado en una extubación?	36	4
25.-	¿Tienes presente las complicaciones en una extubación?	29	11
26.-	¿Sabes el tiempo que requiere una extubación?	28	12
28.-	¿Conoces cuál es el tipo de ventilación que requiere un neonato después de ser extubado?	37	3
29.-	¿Sabías que se puede presentar un destete simple, complicado o prolongado en una extubación?	2	38
30.-	¿Te gustaría recibir información sobre el manejo de un neonato con ventilación mecánica invasiva?	40	0

## 2.10. GRAFICADO



## 3.- HISTORIA DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA

Prácticas muy habituales en la actualidad para cualquier médico, como intubar y conectar a un paciente a un sistema de ventilación asistida son, sin duda alguna, fruto de siglos de historia que no suelen ser ni sospecha para el común de la gente e incluso para muchos médicos. Para sorpresa de muchos que pudieran pensar que la ventilación mecánica es una práctica muy reciente, tiene sus raíces en 1543 con la primera aplicación experimental de la ventilación mecánica gracias al médico Andrés Vesalio. El experimento constó en prestar apoyo a la respiración de un canino gracias a un sistema de fuelles conectado directamente a su tráquea y supuso el primer experimento perfectamente documentado para la historia de la medicina en cuanto a este tema, pero no fue valorado en su época, es más, no fue hasta 1776 que el médico escocés John Hunter, basándose en el experimento de Vesalio, utiliza un sistema de doble fuelle. Luego tuvo que transcurrir casi otro siglo entero para que las investigaciones en relación a la ventilación mecánica continuaran y marcarán un importante punto que constituiría las bases de los

conocidos pulmones de acero gracias al tanque de ventilación de Alfred F. Jones que permitía mantener la función respiratoria mediante el uso de presión negativa.

La invención del primer mecanismo de presión negativa marco un interés evidente en el estudio de la ventilación mecánica que se vio reflejado en bastantes avances en los años futuros, como el primer laringoscopio de visión directa por Kirstein en 1895 y la invención del prototipo del pulmón de acero como tal en 1876 gracias al doctor Woillez, de origen francés. Este primer prototipo del ventilador de presión negativa, como también era llamado, era sin embargo muy distinto a cualquier aparato que se nos vendría a la mente en la actualidad si pensamos en ventilación mecánica. Consistía en un dispositivo en que el paciente era introducido y del que solo dejaba fuera la cabeza con el fin de facilitar la respiración con el uso de la presión negativa generada dentro del habitáculo. Unos años después, en 1928, el ingeniero Philip Drinker perfecciona el instrumento de Woillez y hace público su “respirador de Drinker” con el que ayudaría a pacientes con lesiones en la musculatura respiratoria usando los mismos principios que Woillez usó en su dispositivo y que sería mejorado y perfeccionado por John Haven Emerson en 1931.

En torno al respirador de Drinker y el posterior aporte de Emerson, ocurrieron también bastantes hechos que, como el anterior, marcaron un aporte significativo para la técnica de la ventilación mecánica, como la utilización y mejoramiento del aparato de Fell O-Dwyer por parte del cirujano Rudolph Matas entre 1898 y 1902 y la cámara de presión negativa o presión baja de Ernst F. Sauerbruch que impedía el colapso pulmonar en cirugías en las que se debía abrir el tórax.

Sin embargo, no fue hasta 1938 que comienzan a utilizarse mecanismos de presión positiva intermitente, más parecidos a los que conocemos en la actualidad y que ganan revuelo gracias a la epidemia de poliomielitis en Dinamarca en 1952.

En el año 175 d. C. el estudio de la respiración tomó un impulso importante con los estudios de Galeno, quien objetivó la importancia de mantener una respiración

artificial para evitar el colapso de los pulmones en las toracotomías que realizaba a los animales, reflejándolo en su libro *Procedimientos de anatomía*.

Posteriormente, en el Renacimiento, la ciencia recobra un fuerte impulso, siendo las enseñanzas de Paracelso y Vesalio fundamentales para el desarrollo de la respiración artificial.

Entre los años 1493 y 1541 Paracelso realizó numerosos experimentos al reanimar a un paciente colocando un tubo en la boca de éste e insuflándole aire a través de un fuelle.

En el año 1543 d. C. Vesalio describió lo que actualmente se entiende como *ventilación mecánica*. El profesor de Padua creó el concepto y lo definió de la siguiente manera en su famoso libro *De humani corporis fabrica libri septem*: «La vida puede ser restaurada al animal, efectuando una apertura en el tronco de la tráquea, colocando un tubo de junco o mimbre, entonces se insuflará en él, de modo que los pulmones puedan levantarse nuevamente y tomar aire»; para ello realizó múltiples experimentos en cerdos. Éste fue el primer intento de *ventilación con presión positiva intermitente (IPPV, intermittent positive pressure ventilation)*). Los estudios de Vesalio no fueron bien reconocidos por sus colegas, ya que se dedicó durante muchos años a disecar cadáveres para describir la anatomía humana en siete tomos, lo que le llevó a ser visto por algunos como sospechoso de homicidio.

Los estudios de Paracelso y Vesalio fueron continuados por Highmore, Hooke y Lower quienes realizaron, el 10 de octubre de 1667, una demostración manteniendo con vida a un perro a través del suministro de un flujo continuo de aire, documentado en su libro *Philosophical transactions*.

La idea desarrollada por Galeno varios siglos antes fue llevada a cabo por estos científicos gracias a los conocimientos de anatomía y fisiología que habían ido apareciendo en el campo de la ciencia durante todos estos años.

En 1744 es documentado el primer caso en el que se aplica la respiración boca a boca, realizado por Tossach, quien explicó la técnica que se le aplicó a un minero para salvarle la vida.

En 1775, el médico inglés John Hunter desarrolló un sistema ventilatorio de doble vía que permitía la entrada de aire fresco por una de ellas y la salida del aire exhalado por otra, el cual utilizó sólo en animales.

El descubrimiento y estudio de los gases en 1754 fue muy importante para el desarrollo de la respiración artificial. Fueron Black, Priestley, Lavoisier y Scheele quienes aportaron documentación sobre el dióxido de carbono y el oxígeno, que sentó las bases para empezar a pensar en la construcción de los primeros artilugios de ventilación mecánica o respiradores.

Hasta la segunda mitad del siglo xix todo fue experimentación y hechos anecdóticos; el paso fundamental fue la creación de los primeros ventiladores mecánicos, aunque la mayoría de ellos funcionarían con presión negativa. El primero de ellos fue el creado por Alfred Jones en 1864. El principio básico de estos aparatos era que un cambio de presión dentro del ventilador provocara que el aire se moviera dentro y fuera del paciente. Basado en esta mecánica, el Dr. Woillez de París diseñó el *espiróforo*, cuyo fin sería resucitar a las víctimas de ahogamiento del río Sena, pero nunca llegó a pasar de un prototipo. Los diseños de Jones y Woillez fueron considerados los antecedentes del pulmón de acero, que pronto se convertiría en el referente en materia de respiración artificial.

En 1880 se diseñó por Macewen el primer *tubo endotraqueal*, y en 1895 el Dr. Chevalier inventó el *laringoscopio*; ambos artilugios resultaron imprescindibles para la ventilación mecánica desde entonces hasta nuestros tiempos.

En 1911, Dräger ya había creado un dispositivo de ventilación a presión positiva, que fue conocido como el *Pulmotor*, éste utilizaba un cilindro de oxígeno o aire comprimido como fuente de energía para su funcionamiento y entregaba una mezcla de estos gases y de aire ambiente al paciente, a través de una mascarilla naso bucal.

El famoso *pulmón de acero* fue inventado en el año 1929 por *P. Dinker*, un ingeniero estadounidense de la *New York Consolidated Gas Company*, que diseñó un tanque en el cual se introducía al paciente, quedando fuera únicamente su cabeza; éste aplicaba sobre el cuerpo presiones negativas intermitentemente, de manera que posibilitaba la respiración. La mecánica del aparato consistía en crear movimientos respiratorios causados por cambios de presión: se aplicaba presión positiva en la vía aérea (IPPV) y, además, se generaba una presión negativa en el tórax con respecto a la boca. Fue creado para usarse en pacientes que tenían lesionada la pared muscular. El pulmón de acero fue usado por primera vez el 21 de octubre de 1928 en el *Boston Children's Hospital*, con una niña inconsciente con problemas respiratorios que se recuperó de forma muy rápida cuando se la colocó en la cámara del respirador, lo que popularizó el invento. En 1931 surgió una versión mejorada del pulmón de acero, creada por John Haven Emerson: su pulmón de acero, más barato, ligero, silencioso y fiable que el de Dinker, tuvo mayor aceptación. Este ventilador ya contaba con velocidades variables de ventilación y repuestos intercambiables y permitía operar manualmente en caso de fallo eléctrico; se convirtió en el buque insignia de los ventiladores de presión negativa y su mayor uso se alcanzó durante la epidemia de poliomielitis que arrasó América del Norte y Europa.

### **3.1 CONCEPTOS**

Unidad de cuidados intensivos es un servicio sumamente especializado ya que los pacientes que allí se atienden padecen enfermedades graves que deben atenderse con capacidad y prontitud, así como con todo lo necesario para atender toda clase de padecimientos.

La importancia de la terapia intensiva es central si tenemos en cuenta que este es el espacio en el cual los enfermos o pacientes más delicados deben ser atendidos por profesionales de la salud, de manera constante a fin de evitar cualquier tipo de sobresalto o cambio abrupto en el estado de su salud. En ella, enfermeros están al permanente cuidado de los pacientes y son constantes también las visitas de médicos y otros profesionales.

Neonatólogo. Un pediatra con capacitación adicional en el cuidado de bebés enfermos y prematuros. El neonatólogo (a quien generalmente se lo conoce como el médico responsable del paciente) supervisa a los residentes y médicos especialistas en formación en pediatría, las enfermeras practicantes y las enfermeras que cuidan a los bebés en la UNCI.

Neonatólogo en formación. Un pediatra que se está capacitando en el cuidado de bebés prematuros y enfermos. Es posible que practique procedimientos y que dirija la atención de su hijo.

Residente en pediatría. Un médico que está recibiendo capacitación adicional para la atención de niños. Es posible que practique o ayude a practicar procedimientos y que ayude a dirigir la atención de su hijo.

Enfermera neonatal practicante. Una enfermera titulada con capacitación adicional para la atención de bebés recién nacidos. Es posible que practique procedimientos y que ayude a dirigir la atención de su hijo.

Terapeuta respiratorio. Una persona con capacitación especial para suministrar apoyo respiratorio que incluye el manejo de oxígeno y respiradores artificiales (ventiladores).

Terapeutas ocupacionales, fisioterapeutas y terapeutas del lenguaje (logopeda). El fisioterapeuta y el terapeuta ocupacional vigilan que el bebé se esté desarrollando adecuadamente y ayudan con la atención relacionada con el desarrollo que incluye técnicas para acomodar y consolar al bebé. Los logopedas ayudan a los bebés a aprender a comer con la boca.

Especialistas en lactancia. Estos proveedores de atención médica tienen una capacitación adicional y una certificación para ayudar a las mujeres a amamantar. Pueden ayudar a extraer leche materna, mantener el suministro de leche e iniciar el amamantamiento.

Farmacéuticos. Ayudan en la UNCI a los proveedores de atención médica a elegir los mejores medicamentos, a vigilar los niveles o las dosis de medicamentos y



mantienen atentos a los miembros del equipo sobre los posibles efectos secundarios y sobre qué aspectos es necesario vigilar.

Trabajadores sociales. Asisten a las familias para enfrentar la gran variedad de emociones que se experimentan cuando un hijo está enfermo, ayudan a las familias a obtener la información que necesitan de los médicos y ayudan a la familia con otras necesidades básicas como los problemas financieros, de transporte o la organización de la atención médica en el hogar.

Ventilación mecánica: la VM corresponde a la entrada y salida de un flujo de aire hacia los pulmones, flujo que es impulsado por un gradiente de presión creada por la máquina, determinando así la expansión pulmonar, siendo la salida o espiración de aire un proceso pasivo. La principal meta de la ventilación mecánica es sustituir el trabajo respiratorio que no puede ser realizado de manera eficiente por nuestro paciente, logrando así producir una adecuada Ventilación y Oxigenación.

La Oxigenación: corresponde primariamente al intercambio de gas a nivel alveolar.

Modos de ventilación: Relación entre los diversos tipos de respiración y las variables que constituyen la fase inspiratoria de cada respiración (sensibilidad, límite y ciclo). Dependiendo de la carga de trabajo entre el ventilador y el paciente hay cuatro tipos de ventilación: mandatoria, asistida, soporte y espontánea.

Volumen: En el modo de ventilación controlada por volumen, se programa un volumen determinado (circulante o tidal) para obtener un intercambio gaseoso adecuado. Habitualmente se selecciona en adultos un volumen tidal de 5-10 ml/Kg.

Frecuencia respiratoria: Se programa en función del modo de ventilación, volumen corriente, espacio muerto fisiológico, necesidades metabólicas, nivel de PaCO<sub>2</sub> que deba tener el paciente y el grado de respiración espontánea. En los adultos suele ser de 8-12/min.

Tasa de flujo: Volumen de gas que el ventilador es capaz de aportar al enfermo en la unidad de tiempo. Se sitúa entre 40-100 l/min, aunque el ideal es el que cubre la demanda del paciente.

Patrón de flujo: Los ventiladores nos ofrecen la posibilidad de elegir entre cuatro tipos diferentes: acelerado, desacelerado, cuadrado y sinusoidal. Viene determinado por la tasa de flujo.

Tiempo inspiratorio. Relación inspiración-espирación (I:E). El tiempo inspiratorio es el período que tiene el respirador para aportar al enfermo el volumen corriente que hemos seleccionado. En condiciones normales es un tercio del ciclo respiratorio, mientras que los dos tercios restantes son para la espiración. Por lo tanto la relación I:E será 1:2

Sensibilidad o Trigger: Mecanismo con el que el ventilador es capaz de detectar el esfuerzo respiratorio del paciente. Normalmente se coloca entre 0.5-1.5 cm/H<sub>2</sub>O.

FiO<sub>2</sub>: Es la fracción inspiratoria de oxígeno que damos al enfermo. En el aire que respiramos es del 21% o 0.21. En la VM se seleccionará el menor FIO<sub>2</sub> posible para conseguir una saturación arterial de O<sub>2</sub> mayor del 90%.

PEEP: Presión positiva al final de la espiración. Se utiliza para reclutar o abrir alveolos que de otra manera permanecerían cerrados, para aumentar la presión media en las vías aéreas y con ello mejorar la oxigenación. Su efecto más beneficioso es el aumento de presión parcial de O<sub>2</sub> en sangre arterial en pacientes con daño pulmonar agudo e hipoxemia grave, además, disminuye el trabajo inspiratorio. Como efectos perjudiciales hay que destacar la disminución del índice cardíaco (por menor retorno venoso al lado derecho del (corazón) y el riesgo de provocar un barotrauma. Sus limitaciones más importantes son en patologías como: shock, barotrauma, asma bronquial, EPOC sin hiperinflación dinámica, Neumopatía unilateral, hipertensión intracraneal.

Pausa inspiratoria: Técnica que consiste en mantener la válvula espiratoria cerrada durante un tiempo determinado; durante esta pausa el flujo inspiratorio es nulo, lo que permite una distribución más homogénea. Esta maniobra puede mejorar las condiciones de oxigenación y ventilación del enfermo, pero puede producir aumento de la presión intratorácica.

Suspiro: Es un incremento deliberado del volumen corriente en una o más respiraciones en intervalos regulares. Pueden ser peligrosos por el incremento de presión alveolar que se produce.

Volumen: En la mayoría de los respiradores se monitoriza tanto el volumen corriente inspiratorio como el espiratorio. La diferencia depende del lugar de medición, existencia de fugas y volumen compresible (volumen de gas que queda atrapado en las tubuladuras en cada embolada).

Presión: Los respiradores actuales nos permiten monitorizar las siguientes presiones:

Ppico o Peak: es la máxima presión que se alcanza durante la entrada de gas en las vías aéreas.

Pmeseta o Plateau: Presión al final de la inspiración durante una pausa inspiratoria de al menos 0.5 segundos. Es la que mejor refleja la P alveolar.

P al final de la espiración: Presión que existe en el SR al acabar la espiración, normalmente es igual a la presión atmosférica o PEEP.

AutoPEEP: Presión que existe en los alveolos al final de la espiración y no visualizada en el respirador.

VM CONTROLADA (VMc) El nivel de soporte ventilatorio es completo, las respiraciones se inician automáticamente y el patrón de entrega de gases está programado.

### **3.2. CARACTERISTICAS**

Un ventilador es una máquina rotativa que pone el aire, o un gas, en movimiento. Se puede definir también como un tubo máquina que transmite energía para generar la presión necesaria para mantener un flujo continuo de aire. Un ventilador consta en esencia de un motor de accionamiento, generalmente eléctrico, con los dispositivos de control propios de los mismos: arranque, regulación de velocidad, conmutación de polaridad, etc. y un propulsor giratorio en contacto con el aire, al que le transmite energía. Este propulsor adopta la forma de rodete con álabes, en el caso del tipo centrífugo, o de una hélice con palas de silueta y en número diverso, en el caso de los axiales. El conjunto, o por lo menos el rodete o la hélice, van envueltos por una caja con paredes de cierre en forma de espiral para los

centrífugos y por un marco plano o una envoltura tubular en los axiales. La envoltura tubular puede llevar una reja radial de álabes fijos a la entrada o salida de la hélice, llamada directriz, que guía el aire, para aumentar la presión y el rendimiento del aparato.

El conjunto, o por lo menos el rodete o la hélice, van envueltos por una caja con paredes de cierre en forma de espiral para los centrífugos y por un marco plano o una envoltura tubular en los axiales. La envoltura tubular puede llevar una reja radial de álabes fijos a la entrada o salida de la hélice, llamada directriz, que guía el aire, para aumentar la presión y el rendimiento del aparato. Los ventiladores se clasifican, según la dirección del flujo en el rodete, en centrífugos, diagonales o semiaxiales y axiales. Dentro de cada grupo, el tipo de ventilador queda definido por el número específico de revoluciones.

Extend XT. Ventilador de última generación que permite cubrir las necesidades en unidades de cuidados intensivos, salas de reanimación, salas post- operatorias, en un rango de pacientes con peso desde 3Kg - 250 Kg.

Innovadora ergonomía

interfaz intuitiva con el 100% de las funciones en pantalla (no hay tecla mecánica)

Pantalla táctil de 15 pulgadas que permite legibilidad exclusiva y comprensión inmediata.

Diagnóstico más preciso.

Ofrece todas las estrategias de tratamiento: Ventilación controlada, asistida, invasiva y no invasiva.

Modos Avanzados de Ventilación.

Nebulización integrada y programable.

Facilidad y rapidez de uso: página única.

Sistema de monitorización completo: curvas en tiempo en tiempo real y maniobra de medición de reclutamiento alveolar.

Monnal T75. Ventilador de última generación y alto rendimiento que permite cubrir con seguridad las necesidades clínicas de los pacientes lactantes hasta adultos con gran movilidad y autonomía.

Pantalla táctil a color.

Medición de P0.1, Resistencia, Compliance, NIF y Autopeep.

Capnografía Volumétrica, APRV.

Monitoreo gráfico (dos curvas simultáneas en pantalla) y numérico.

Módulo de oxigenoterapia de alto flujo integrada hasta 80 LPM.

Compensación automática de tubo orotraqueal ATC.

Alta potencia con batería interna de 3 horas para transporte intrahospitalario.

Bajo consumo de oxígeno medicinal, y funcionamiento con turbina, sin requerir de aire medicinal

Monnal T60 ha sido diseñado para facilitar la movilidad durante el tratamiento en cualquier situación de cuidados intensivos, ya sea en el propio hospital o fuera del mismo. Monnal T60 provee a los profesionales de la salud de los más altos estándares de ventilación para pacientes críticos, desde adultos a niños (peso mayor de 6kg) en un dispositivo móvil y manejable. Con multitud de modos de ventilación y unas altas prestaciones en ventilación no invasiva, el Monnal T60 permite a los profesionales de la salud ajustar el tratamiento a las características particulares de cada paciente. Además, gracias a su interfaz intuitiva, su pantalla táctil a todo color y un amplio número de parámetros monitorizados, el Monnal T60 garantiza una ventilación fiable durante el despertar y transporte del paciente.

Ventajas:

- Ligero y compacto: 3,7 Kg
- Autónomo de aire y en electricidad: 5 horas con baterías intercambiables para la continuidad de las intervenciones y las posibilidades de transporte.

- Robusto y resistente en el tiempo: Protección de las conexiones y la integración de la válvula espiratoria incluso el sensor de flujo.

- Accesorios integrados: Sistemas de fijación y de protección para una configuración óptima y un desplazamiento del paciente con Monnal T60: estación mural de recarga, bolsa de transporte, soporte universal dentro del hospital y carro.

Monnal T50 es un ventilador mixto diseñado para manejar cualquier situación, crónica o aguda, con unas prestaciones consistentes y estandarizadas, en el hospital y en el domicilio.

- Las prestaciones del Monnal T50 y versatilidad hacen de él la solución ideal para el tratamiento de cualquier situación clínica.

- Sus prestaciones y agradable diseño hacen del Monnal T50 el ventilador ideal para los pacientes que reciben el alta y continúan el tratamiento en su domicilio.

- Sus triggers garantizan una sincronización óptima, sea cual sea la edad y el perfil del paciente, gracias a su sistema de autoajuste el Monnal T50 mantiene toda la sensibilidad para cualquier nivel de fuga.

- La batería interna proporciona hasta seis horas de uso. Con la adición de la batería externa el Monnal T50 puede ventilar de manera continua hasta 18 horas.

Ventilación de alta frecuencia en neonatología: Desde inicios del presente siglo los recién nacidos cubanos comenzaron a ventilarse con un método de asistencia respiratoria aun relativamente novedoso, que se denomina ventilación de alta frecuencia (VAF). Aunque fue descrita por *Luckenheimer* a principios de la década de los setenta del siglo XX, esta modalidad de ventilación no ha dejado de desarrollarse y su uso se ha extendido al mundo entero. Como ha señalado *Aldo Bancalari*, aquellos servicios de neonatología que cuentan con cuidados intensivos y sobre todo los que atienden un número considerable de pacientes críticamente enfermos deben tener al menos un ventilador de alta frecuencia.

En las dos últimas décadas del pasado siglo se publicaron, básicamente en idioma inglés, más de 1 300 artículos sobre la VAF, pero aún existen controversias acerca

de cuándo y cómo debe ser usada esta modalidad de ventilación en los recién nacidos. Existen tres grandes tendencias al respecto. Un grupo minoritario de neonatólogos intensivistas la utilizan como método primario de ventiloterapia; otros la prefieren como técnica de rescate sólo para ser indicada en aquellos pacientes en los que falla la ventilación mecánica convencional. Finalmente existe un grupo de neonatólogos que la prefieren como una ventiloterapia de rescate, usada precozmente en los neonatos considerados de alto riesgo de presentar complicaciones en la ventilación mecánica convencional (VMC) o en los que ya han desarrollado un enfisema pulmonar intersticial a pesar de que mantengan una adecuada oxigenación y ventilación con la VMC. Sin embargo, puede asegurarse que hoy la VAF ya tiene indicaciones bien precisas y que son ampliamente aceptadas por casi todos los neonatólogos.

Existen tres tipos de ventiladores de alta frecuencia: el oscilador, el *Jet* y el llamado ventilador por interrupción de flujo; algunos resultan ser híbridos.

Es el objetivo fundamental de esta revisión precisar las indicaciones de la VAF, sus contraindicaciones, orientar cómo utilizarla y señalar algunas de sus complicaciones, toda vez que en nuestro medio se ha ido extendiendo el uso de ventiladores neonatales multipropósitos. Estos permiten contar con este modo de soporte ventilatorio en casi todo el país.

**CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA VAF:** La eficacia de la VAF se mide por la mejoría en el intercambio de gases a través del pulmón. Puede influir favorablemente en la mecánica ventilatoria y en la hemodinámica. Si consideramos que el volumen alveolar es la resultante de la diferencia entre el volumen tidal o corriente y el volumen del espacio muerto, no podemos explicar fácilmente su efecto, puesto que se utiliza en esta modalidad de ventilación un volumen tidal similar al del espacio muerto. No obstante, se piensa que una mezcla de gas fresco y exhalado en la vía aérea podría ser la clave que explica su éxito, al lograr ventilar los pulmones con tan bajo volumen tidal. Pero esto aún no está bien comprendido y es motivo de controversias.

Efectos de la ventilación de alta frecuencia oscilatoria:

- Aumenta el transporte longitudinal de gases y permite su dispersión
- Permite cierta ventilación alveolar directa
- Hay un Intercambio pendular de gas entre los alvéolos
- Sobre la mecánica respiratoria y la función hemodinámica se evidencia que al aplicar alta presión media de la vía aérea (PMA) se reclutan más alvéolos por lo cual se incrementa la compliancia, mejora la relación ventilación-perfusión y disminuye la resistencia vascular pulmonar.

Sin dudas, la eficiencia que se logra en el curso de la VAF con respecto al intercambio gaseoso podría deberse más bien a todo el conjunto de factores expuestos, sin que pueda determinarse que alguna de ellas sea la predominante en determinadas zonas del pulmón.

#### INDICACIONES DE LA VAF EN NEONATOLOGÍA:

Para Stachow esta modalidad de ventilación estará indicada cuando falla la VMC en las enfermedades donde predominan las atelectasias y compliancia pulmonar disminuida. Tal es el caso de la enfermedad de la membrana hialina y el síndrome de dificultad respiratoria tipo adulto, así como también en otras afecciones como el síndrome de aspiración meconial, bloqueos aéreos, neumonía, hipoplasia pulmonar y la hipertensión pulmonar primaria o secundaria a infección pulmonar y a la asfixia perinatal. Aunque obviamente, como se sabe, la hipertensión pulmonar neonatal persistente puede estar asociada a otros factores, pero estas dos últimas entidades mencionadas son las que con más frecuencia la ocasionan.

El criterio de falla de la VMC en los problemas respiratorios mencionados está dado por la necesidad de emplear una presión inspiratoria pico superior a 25 mbar en los neonatos pretérmino o mayor de 28 mbar en los recién nacidos a término, con un índice de oxigenación mayor de 20 en los pretérmino y de 25 o más en los neonatos a término.

Sin embargo, consideramos como Keszler y Durand que la VAF es preferible siempre a la VMC, de inicio en las entidades siguientes:

- enfisema pulmonar intersticial y otras formas de bloqueo aéreo,
- fístula bronco pleural o traqueo-esofágica,



- neumonía con hipertensión pulmonar en su forma severa (es una enfermedad pulmonar uniforme),
- síndrome de aspiración meconial en su forma severa (no es uniforme),
- hipoplasia pulmonar con hernia diafragmática congénita,
- restricción extrínseca (por enfermedad torácica o diafragmática),
- así como en los neonatos a quienes se realizará la oxigenación de membrana extracorpórea.

Debe puntualizarse que la principal indicación continúa siendo el enfisema pulmonar intersticial, el cual es en los neonatos menores de 37 semanas de edad gestacional, la forma clínica más frecuente de bloqueo aéreo, en tanto que el neumotórax lo es en los recién nacidos a término. Esto se debe a que la VAF posibilita un buen intercambio gaseoso con menor presión inspiratoria y menor PMA que la VMC y se facilita así la resolución del aire extra alveolar.

Aún se desconoce cuál resulta ser el modo óptimo de ventilación con respecto al síndrome de aspiración meconial. No se han realizado ensayos aleatorizados adecuados que comparen las diferentes modalidades de ventilación. Esta es una enfermedad que predispone al atrapamiento aéreo y al escape de gas alveolar. En el pasado se recomendaba la hiperventilación en neonatos con síndrome de aspiración meconial con hipertensión pulmonar persistente secundaria, pero la elevada incidencia de barotrauma y otras indeseables complicaciones, como la vasoconstricción cerebral, ya hoy nos hace meditar mucho antes de emplearla como parte del tratamiento.

Algunos neonatólogos utilizan la VAF como procedimiento primario de asistencia ventilatoria en la enfermedad de membrana hialina y sobre todo, en aquellos recién nacidos en quienes existe una alteración importante de la relación ventilación-perfusión, por atelectasia pulmonar significativa. En este caso tiene la finalidad de lesionar menos el pulmón del prematuro, sin embargo, no parece estar indicada como primera opción para el tratamiento de esta enfermedad, pues los trabajos que se han realizado en tal sentido muestran resultados bastante contradictorios.

## CONTRAINDICACIONES DE LA VAF:

La ventilación de alta frecuencia tiene contraindicaciones médicas y éticas. Dentro de las primeras, se considera que la VAF está contraindicada relativamente en las enfermedades obstructivas del pulmón: la aspiración meconial ligera o moderada sin hipertensión pulmonar asociada, la displasia fibrosa broncopulmonar y la bronquiolitis, que puede ser causada en neonatos y lactantes, por el virus sincitial respiratorio. La contraindicación se debe a que con este modo de ventilación existe siempre el riesgo de que se produzca una sobredistensión pulmonar, que podría agravar aún más al paciente.

Desde el punto de vista ético no parece adecuado emplearla en los pacientes con malformaciones incompatibles con la vida, ni en los recién nacidos de muy bajo peso con hemorragia interventricular grado 4, pues en ellos se reportan elevadas tasas de letalidad y secuelas en su neurodesarrollo.

## ATENCIÓN INICIAL Y EVOLUTIVA DEL NEONATO EN VAF:

Al igual que sucede con la VMC, es necesario, para la atención adecuada del paciente, que el médico especialista conozca bien las bases fisiológicas para la ventilación en el recién nacido. Debe además identificar correctamente en qué estado fisiopatológico se encuentra el neonato pues este puede ser inestable aún en el curso de una misma enfermedad.

En esta modalidad de ventilación se actúa básicamente sobre 5 parámetros. La primera variable a manejar es la Fracción Inspirada de Oxígeno ( $FiO_2$ ), para la cual se aplican los mismos principios que en la VMC: se eleva para mejorar la oxigenación y se disminuye cuando esta va mejorando.

La segunda variable es la Presión Media de la Vía Aérea (PMA). Esta es sin dudas la más importante, pues de ella depende muchísimo la oxigenación del paciente ventilado. En los inicios de la VAF se pensaba que lo mejor era tratar siempre de mantener una buena oxigenación con baja para disminuir la posibilidad de sobredistender el pulmón. Ya es sabido, a través de ensayos en animales y humanos, que es útil emplear la PMA elevada para poder expandir bien el pulmón

en la fase aguda de la enfermedad. Siempre se debe tratar de que dicha PMA no sea capaz de producir sobredistensión y así evitar lesionar más el pulmón.

El mayor reto al ventilar un neonato en VAF es el lograr el volumen pulmonar óptimo, a pesar del estrecho margen que existe entre la atelectasia y la sobredistensión del pulmón en las enfermedades neonatales más graves. Durante el proceso de recuperación, la disminución oportuna de la PMA es fundamental. Pero resulta también necesario recordar que no debe disminuirse mucho la PMA durante la fase de desconexión, porque esto facilita la aparición de atelectasias.<sup>3</sup>

La PMA en el curso de la VMC es la resultante de algunas variables del ventilador, pero durante la VAF, esta es controlada directamente por el oscilador y se mantiene estable prácticamente tanto en la inspiración como en la espiración.

Se recomienda realizar una radiografía de tórax a los 30 min de iniciada la VAF, para evaluar si se ha producido una sobredistensión pulmonar indeseada. De ser así, debe valorarse regresar el paciente a la VMC.

El tercer parámetro o variable es la Frecuencia Respiratoria (FR). El manejo de esta es lo que más desconcierto produce en los neonatólogos intensivistas que tienen vasta experiencia en el uso de la VMC, ya que en ella una frecuencia respiratoria elevada permite siempre más eliminación de CO<sub>2</sub>. Pero sucede que en la VAF ocurre todo lo contrario. Para el descenso de la PCO<sub>2</sub> en la VAF, lo más importante es el volumen corriente pues sobre la PCO<sub>2</sub> tienen menos efecto los cambios en la frecuencia respiratoria del ventilador.

De este modo la variable que menos se mueve en el curso de la VAF es la FR. Esta se expresa en hertz (Hz), que son los ciclos respiratorios que se producen por cada segundo. Así una FR de 5 Hz equivale a 300/min (es el producto de multiplicar 5 X 60), en tanto que una FR de 10 Hz es de 600/min (el producto de 10 X 60). La FR que se utiliza de inicio depende mucho del tipo de ventilador.

La cuarta variable es la llamada Amplitud Oscilatoria o simplemente, Amplitud. El volumen entregado en cada ciclo es directamente proporcional a la diferencia de

las presiones máxima y mínima. Así a mayor amplitud, mayor es el volumen corriente y mayor será la eliminación de CO<sub>2</sub>. En VAF es fundamental observar que las conexiones del ventilador con el tubo no contengan agua ni estén acodadas, pues esto modifica desfavorablemente el volumen aportado al paciente, al igual que ocurre cuando hay disminución en la luz del tubo endotraqueal.

Por último tenemos la variable Flujo pero este es diferente según el tipo de ventilador. El flujo es la resultante del flujo basal del circuito y la presión retrógrada que se produce por la abertura de la válvula espiratoria.

Puede resumirse que en la VAF la oxigenación depende de la FiO<sub>2</sub> y de la PMA. En tanto que el control de la ventilación, cuya resultante es el valor de la PCO<sub>2</sub> alcanzada, estará en función de la variable Amplitud, que determina el volumen corriente entregado al paciente y también en función de la FR, aunque en menor cuantía.

Los parámetros iniciales de la ventilación en VAF dependen de la enfermedad y del estado fisiopatológico. De modo general se puede establecer que siempre se comienza con una PMA igual o superior en 2 cm de H<sub>2</sub>O a la que estaba sometido en el ventilador convencional, excepto en los pacientes con enfisema pulmonar intersticial u otros bloqueos aéreos. La FR puede iniciarse entre 7 y 10 Hz y la amplitud dependerá del tipo de neonato y de la observación directa de la expansión torácica o vibraciones por parte del intensivista. Puede comenzarse de modo general entre el 60-70 %. Obviamente, el volumen tidal o corriente siempre será de 2 a 2,5 mL/kg de peso corporal.

A los 30 min no sólo deberá repetirse la radiografía de tórax, sino que también debe realizarse una gasometría evolutiva para ajustar las variables oportunamente.<sup>4</sup> Mientras se espera el resultado de la gasometría es recomendable que el enfermo mantenga una oxigenación dada por el oxímetro de pulso entre el 88-95 %.

Evolutivamente se realizarán los cambios de las variables en función del intercambio de gases, pero debe recordarse que la FR no se modifica, excepto en condiciones de difícil manejo o deterioro del paciente.

De modo general, las siguientes son recomendaciones útiles para el manejo evolutivo de las variables en el neonato en VAF, según cada situación específica.

A) En hipoxia sostenida con atelectasia o pobre expansión pulmonar:

- Aumentar PMA en 1-2 mbar cada vez, valorando la presión venosa central (de ser posible)
- Después de la mejoría: disminuir la PMA de igual forma

B) En hipoxia con hipercapnia y sobredistensión pulmonar con bajo gasto cardíaco:

- Disminuir la PMA en 1-2 mbar, cada vez, hasta que se obtenga mejoría y se repita la radiografía
- Disminuir la FR
- Si no mejora debe volverse a VMC

C) En hipercapnia sin sobredistensión: •Aumentar la amplitud hasta el 100 % si fuera necesario

- Disminuir la FR

D) En hipocapnia:

- Disminuir la amplitud para disminuir el volumen tidal o corriente
- Aumentar la FR si la amplitud está al mínimo

E) En hiperoxia:

- Disminuir la FiO<sub>2</sub>
- Disminuir la PMA

En el neonato sometido a VAF deberán monitorizarse los aspectos siguientes:

- Parámetros ventilatorios indicados; muy importante también la humedad (90 %)
- Gasometría
- Frecuencia cardíaca y tensión arterial
- Presión venosa central (si es posible)

- Microcirculación (llenado capilar)
- Diuresis
- Radiografía de tórax (los pulmones deben estar a nivel del 8vo-9no arco costal posterior)
- Función pulmonar (sólo si es posible, no es estrictamente necesario).

El empleo de sedantes y relajantes musculares obedece en la VAF a los mismos principios que en la VMC. Cuanto más inmaduro es el neonato ventilado, menos necesario resulta indicar estos medicamentos.

#### DESCONEXION DE LA VAF:

Las condiciones óptimas para la desconexión de la VAF son todavía motivo de definición. El tiempo de desconexión es variable. Se puede extubar directamente al recién nacido de la VAF cuando la actividad respiratoria es suficiente, pero de modo general, coexisten dos tendencias ante la mejoría del paciente. Una de ellas es regresar a la VMC y de ahí efectuar la extubación electivamente. La otra es extubar directamente al neonato que está con parámetros bajos en la VAF.<sup>14</sup>

La estrategia que seguimos actualmente es la de volver a la VMC y luego procedemos a la desconexión y extubación del paciente mientras esta se aplica.

#### Complicaciones:

Desde el punto de vista teórico la VAF, previene la lesión pulmonar. Sucede que el volutrauma se produce más rápidamente cuando el pulmón se somete a ciclos repetidos de un volumen bajo y otro alto. El empleo de una presión al final de la espiración en cero y volúmenes corrientes excesivos puede originar una lesión pulmonar en sólo minutos. La aplicación de la presión al final de la espiración reduce el atelectrauma pues preserva la capacidad residual funcional al final de cada espiración. La sobredistensión del pulmón se evita con volúmenes corrientes pequeños. De este modo, con la VAF se evitan los extremos de volúmenes pulmonares bajos y altos y por tanto la lesión pulmonar.

La necrosis traqueal y bronquial se ha descrito como complicación de la VAF pero es rara con sistemas óptimos de calentamiento y humidificación. Se han señalado

también como una complicación de la VAF el atrapamiento aéreo o sobredistensión pulmonar, la cual sin dudas es la más frecuente de las complicaciones cuando se emplea en enfermedades pulmonares obstructivas. Sin embargo, cuando se aplica con la modalidad oscilatoria esto es menos probable.

Se han reportado, como complicaciones potenciales de la VAF, la hemorragia intracraneal y la leucomalacia periventricular, pero no ha sido confirmado en la mayoría de las investigaciones realizadas.

Un efecto secundario, más bien que una complicación, es cierto grado de irritabilidad que se observa en algunos neonatos al inicio de la VAF por lo que en ocasiones se requiere un poco de sedación. De modo general los pacientes suelen tranquilizarse cuando disminuye la hipercapnia.

Para concluir puede decirse que la VAF es una estrategia alternativa muy útil para la asistencia respiratoria neonatal. Puede ofrecerse a algunos recién nacidos para un mejor reclutamiento de alvéolos en comparación con la VMC, pero no es una técnica necesaria para todos los neonatos con insuficiencia respiratoria. Los equipos son costosos, se requiere de un adecuado entrenamiento para aplicar la VAF cuando resulte realmente necesario y para hacerlo de un modo seguro. Siempre que se emplee así, podrá resultar muy beneficiosa esta arma del arsenal terapéutico del intensivismo neonatal.

### **3.3.- CLASIFICACION.**

Clasificación de las modalidades ventilatorias:

El empleo de la ventilación mecánica (VM) permite mejorar los síntomas y reducir las complicaciones de la insuficiencia respiratoria aguda (IRA). A pesar de que la VM es generalmente segura y bien tolerada, por sí misma puede comportar una serie de complicaciones, algunas de ellas de riesgo vital. Es por este motivo que es evidente la necesidad de un plan de cuidados específico a los pacientes en VM en el que se incluya la monitorización de la ventilación y la valoración de la interacción paciente-ventilador. Para cuidar o prevenir con éxito la IRA el plan de

cuidados debe anticiparse y alertar de la aparición de problemas a través de la observación y el reconocimiento de los datos clínicos relevantes.

Los recientes avances en la tecnología de los microprocesadores han incrementado la sofisticación de los ventiladores mecánicos, hecho que ha comportado la aparición de nuevas modalidades ventilatorias. Estos ventiladores, además de permitir suplir las necesidades de un grupo más variado de pacientes, proporcionan unas amplias capacidades de monitorización del paciente y del sistema, hecho que repercute en la seguridad del paciente, siempre que el equipo asistencial conozca sus prestaciones y valore de forma eficaz la interacción paciente-ventilador.

Este artículo tiene como objetivo la descripción de las modalidades ventilatorias disponibles, agrupadas en modalidades convencionales, modalidades alternativas y nuevas modalidades. En las convencionales (tabla 1), se describen aquellas que son más ampliamente empleadas; en las alternativas (tabla 2), aquellas cuyo uso es menos habitual, y en nuevas modalidades (tabla 3), se incluyen las modalidades que han sido recientemente introducidas y están disponibles en los ventiladores mecánicos de última generación y aquellas que todavía están en fase experimental. Todos los aspectos relacionados con la monitorización y con la interacción paciente-ventilador son motivo de otro artículo.

Tabla 1 Modalidades ventilatorias convencionales

---

Ventilación Asistida-Controlada. ACV.  
Ventilación Mandatoria Intermitente Sincronizada. SIMV.  
Ventilación con Presión de Soporte. PSV.

---

Tabla 2 Modalidades ventilatorias alternativas



---

Ventilación Controlada a Presión. PCV.  
Ventilación con relación I:E invertida.  
Hipercapnia permisiva.  
Ventilación mandatoria minuto. VMM.  
Ventilación con liberación de presión. APRV.  
Presión bifásica positiva en la vía aérea. BIPAP.  
Ventilación de alta frecuencia. HFV.

### Tabla 3 Nuevas modalidades ventilatorias

#### Modalidades de control dual

##### 1. En el mismo ciclo

Aumento de presión/Presión de soporte con volumen asegurado. VAPS.

##### 2. Ciclo a ciclo

Limitadas a presión y cicladas a flujo

Volumen asistido. VA/Presión de soporte variable. VPS

Limitadas a presión y cicladas a tiempo

Ventilación controlada a presión y regulada a volumen. PCRV.

Ventilación con presión adaptada. APV/Autoflow/Control de presión variable.

Sincronía paciente-ventilador

Automode.

Compensación automática del tubo endotraqueal. ATC.

Flow-by o flujo continuo.

Patrón espontáneo amplificado. PEA.

Ventilación asistida proporcional. PAV.

Ventilación líquida

MODALIDADES CONVENCIONALES: En un estudio reciente de Esteban et al, realizado en 412 UCIs de siete países, España, Portugal, Estados Unidos, Argentina, Brasil, Chile y Uruguay, de 4.153 pacientes, el 39% estaba en VM al ingreso en UCI, el 47% en la modalidad asistida controlada, el 31% en ventilación mandatoria intermitente sincronizada (SIMV) + presión de soporte (PS), el 15% en PS y el 7% restante en otras modalidades. De estos resultados se observa que el 93% de pacientes estaban ventilados con modalidades convencionales y que las modalidades alternativas y las nuevas modalidades están representadas por el 7% restante.

Asistida-controlada:

El soporte ventilatorio mecánico total asistido-controlado es la modalidad más básica de VM, se emplea en aquellos pacientes que presentan un aumento considerable de las demandas ventilatorias y que por lo tanto necesitan sustitución total de la ventilación. La modalidad asistida-controlada permite iniciar al paciente el ciclado del ventilador partiendo de un valor prefijado de frecuencia respiratoria (f) que asegura, en caso de que éste no realice esfuerzos inspiratorios, la ventilación del paciente. Para que esto suceda, el valor de *trigger* (sensibilidad) deberá estar fijado en un nivel ligeramente inferior al de autociclado del ventilador. En función de cuál sea la variable que se prefije en el ventilador, la modalidad asistida-controlada puede ser controlada a volumen o controlada a presión. En la controlada a volumen se fijan los valores de volumen circulante y de flujo, siendo la presión en la vía aérea una variable durante la inspiración. El aspecto más novedoso introducido recientemente en la modalidad de controlada a volumen es la ventilación con hipercapnia permisiva que se describe más adelante.

Ventilación mandatoria intermitente sincronizada. SIMV:

La ventilación mandatoria intermitente sincronizada permite al paciente realizar respiraciones espontáneas intercaladas entre los ciclos mandatorios del ventilador, la palabra sincronizada hace referencia al período de espera que tiene el ventilador antes de un ciclo mandatorio para sincronizar el esfuerzo inspiratorio del

paciente con la insuflación del ventilador. Cuando se emplea con f elevadas cubre las demandas ventilatorias del paciente, siendo equiparable a la ventilación asistida-controlada convencional. Empleada con frecuencias bajas, la SIMV permite la desconexión progresiva de la VM. A pesar de que estudios recientes han demostrado que, comparativamente con otras técnicas, la SIMV prolonga el período de desconexión de la VM, su uso está ampliamente extendido. Recientemente se ha asociado su empleo a la presión de soporte, de manera que puede ajustarse un valor de presión de soporte para los ciclos espontáneos del paciente. En términos de confort, valorado como la no percepción subjetiva de disnea y ansiedad, no se han observado diferencias al comparar la SIMV y la PSV durante la retirada progresiva de la VM.

Ventilación con presión de soporte. PSV:

La ventilación con presión de soporte (PSV) es una modalidad asistida, limitada a presión y ciclada por flujo, que modifica el patrón ventilatorio espontáneo, es decir, disminuye la frecuencia respiratoria y aumenta el volumen circulante. El ventilador suministra una ayuda a la ventilación, programada a partir del nivel de presión de soporte. La presión se mantiene constante durante toda la inspiración, y de forma paralela el flujo disminuye progresivamente hasta alcanzar el nivel que permite el inicio de la espiración. Esta modalidad de soporte parcial es ampliamente usada, ya que permite sincronizar la actividad respiratoria del paciente con el ventilador al responder a los cambios de la demanda ventilatoria del paciente. Además, preserva el trabajo respiratorio y reduce la necesidad de sedación y curarización, facilitando por lo tanto la desconexión de la VM.

## MODALIDADES ALTERNATIVAS

Ventilación controlada a presión. PCV:

La ventilación controlada a presión se propone con la finalidad de limitar la presión alveolar. En esta modalidad se ajusta el nivel de presión inspiratoria que se desea utilizar, la frecuencia respiratoria y la duración de la inspiración, y son variables el

volumen circulante y el flujo. La limitación más destacable es el riesgo de hipoventilación y los efectos que se pueden producir debido a las modificaciones en el volumen. Por este motivo, es frecuente asociar la utilización de la ventilación controlada a presión con la relación I:E invertida, ya que la prolongación del tiempo inspiratorio puede de alguna manera evitar la hipoventilación.

Ventilación con relación I:E invertida:

La relación I:E (inspiración: espiración) convencional es de 1:2 a 1:4. La ventilación con relación I:E invertida, es decir, con ratios superiores a 1:1, puede asociarse a ventilación controlada a volumen o controlada a presión. El hecho de que la inspiración sea más alargada evita, como se ha comentado, la hipoventilación en el caso de que se asocie a ventilación controlada a presión. El acortamiento del tiempo espiratorio impide el completo vaciado pulmonar, de forma que se produce atrapamiento pulmonar, con la consiguiente aparición de auto-PEEP. Esta auto-PEEP se debe monitorizar regularmente mediante una maniobra de pausa espiratoria, ya que en ventilación controlada a volumen genera un aumento de la presión de la vía aérea y en ventilación controlada a presión comporta una disminución del volumen circulante.

Estudios recientes no demuestran ningún beneficio evidente del empleo de la ventilación con relación I:E invertida, y la ventilación controlada a presión en relación a la clásica controlada a volumen. Cuando se emplea esta modalidad ventilatoria el paciente puede precisar dosis de sedación elevadas e incluso la administración de relajantes musculares.

Hipercapnia permisiva:

Para garantizar la normocapnia durante la VM, a veces deben emplearse volúmenes circulantes elevados, con el consiguiente aumento de la presión en la vía aérea, la aparición de alteraciones hemodinámicas y el riesgo de baro/volutrauma. La ventilación con hipercapnia permisiva tiene como finalidad el disminuir la incidencia de baro/volutrauma al ventilar al paciente con volúmenes

circulantes alrededor de 5 ml/kg, sin que éstos generen presiones en la vía aérea superiores a 35 mmHg. Este tipo de ventilación produce una acidosis respiratoria por hipercapnia, hecho que incrementa el estímulo central y hace que los pacientes requieran dosis elevadas de sedación y a menudo curarización. Su empleo está contraindicado en las situaciones de hipertensión endocraneal, patologías convulsionantes y en la insuficiencia cardiocirculatoria. Algunos estudios demuestran que la ventilación con hipercapnia permisiva reduce la incidencia de barotrauma y mejora la supervivencia en pacientes con lesión pulmonar aguda, junto con una reducción de la duración de la ventilación, de la estancia media en la UCI y de las infecciones pulmonares.

En dos estudios recientes se ha comparado de forma prospectiva y randomizada los efectos de la ventilación con hipercapnia permisiva vs la ventilación convencional. En el estudio de Amato la incidencia de barotrauma fue claramente diferente en los dos grupos, 42% en el grupo control y 7% en el grupo tratado con hipercapnia permisiva, pero no se observaron diferencias significativas entre las dos modalidades en la mortalidad al alta del hospital. En el estudio multicéntrico de Brochard realizado en 116 pacientes con SDRA, de forma randomizada se ventilaba a los pacientes con  $V_T$  inferior a 10 ml/kg de peso y limitando la presión meseta a 25 cmH<sub>2</sub>O, constituyendo este grupo el de la hipercapnia permisiva, o con  $V_T$  superior a 10 ml/kg de peso y sin límite de presión, formando estos pacientes el grupo control. En los resultados obtenidos no se observaron diferencias significativas en la mortalidad a los 60 días (47% en el grupo de la hipercapnia permisiva vs 38% en el grupo control,  $p= 0,38$ ), ni en la incidencia de neumotórax (14% vs 12% grupo de hipercapnia, grupo control respectivamente  $p= 0,78$ ). Queda por tanto todavía por demostrar si esta modalidad ventilatoria representa una terapéutica eficaz para modificar el pronóstico de los pacientes con SDRA.

Ventilación mandatoria minuto (VMM):

En la década de los setenta Hewlett et al propusieron la ventilación mandatoria minuto (VMM) como modalidad para desconectar a los pacientes de la VM. Esta modalidad garantiza un nivel mínimo de ventilación minuto para cubrir las demandas del paciente, el paciente decide la frecuencia respiratoria (b) y el ventilador ajusta los parámetros en función de su respuesta. El modo de funcionamiento varía de un ventilador a otro, se ajusta un volumen minuto mínimo y teniendo en cuenta el volumen minuto espontáneo del paciente, el ventilador administra el volumen minuto restante modificando la  $f$  o el  $V_T$ . En un estudio de Lemaire en el que se valoraban los efectos de la VMM en 10 pacientes afectados de IRA, se puso de manifiesto que la VMM proporcionaba una ventilación adecuada y segura si se ajustaba el apropiado soporte ventilatorio. A pesar de ser una modalidad ampliamente descrita en la literatura, su uso rutinario es poco frecuente.

Ventilación con liberación de presión (APRV):

La APRV combina los efectos positivos de la presión positiva continua en la vía aérea (CPAP), con el incremento en la ventilación alveolar obtenido por el descenso transitorio de la presión en la vía aérea desde el nivel de CPAP a un nivel inferior. La ventilación con liberación de presión proporciona períodos largos de insuflación, intercalados con períodos breves de deflación pulmonar. Es una modalidad de soporte ventilatorio parcial ciclada por el ventilador o por el paciente y en la que durante el período de insuflación el paciente puede respirar espontáneamente. Su principal ventaja radica en el hecho de que la presión en la vía aérea se puede fijar en un nivel modesto, y además como la presión se mantiene durante un período más largo del ciclo respiratorio se produce un reclutamiento alveolar. En teoría, los breves períodos de deflación no permiten el colapso alveolar, pero sí es suficiente para que el intercambio de gases no se vea afectado por el aclaramiento de  $CO_2$ . La experiencia clínica es limitada, pero los primeros datos demuestran que se produce un correcto intercambio de gases y además se produce una coordinación con el paciente, a pesar de que sea un patrón respiratorio inusual.

### Presión bifásica positiva en la vía aérea (BIPAP):

La presión bifásica positiva en la vía aérea (BIPAP) es, al igual que la APRV, otra modalidad controlada a presión y ciclada a tiempo. La duración de cada fase con su nivel correspondiente de presión se puede ajustar de forma independiente. Permite al paciente inspirar de forma espontánea en cualquier momento del ciclo respiratorio. En caso de que el paciente no realice ningún esfuerzo inspiratorio, el comportamiento del respirador será el mismo que en ventilación controlada a presión.

### Ventilación de alta frecuencia (HFV):

La ventilación de alta frecuencia se experimentó por primera vez en perros en 1967. De forma general se define como el soporte ventilatorio que utiliza frecuencias respiratorias superiores a las habituales, alrededor de 100 respiraciones por minuto en adultos y de 300 en pacientes pediátricos o neonatales. Para poder suministrar gas a estas frecuencias se deben emplear mecanismos específicos, que generalmente consisten en osciladores o jets de alta frecuencia, ya que los ventiladores convencionales no pueden trabajar a frecuencias tan elevadas. Diferentes estudios han demostrado un transporte razonable de gases, pero no se han demostrado diferencias en la supervivencia, días de estancia en la UCI, ni reducción en las complicaciones al compararla con la ventilación convencional.

### NUEVAS MODALIDADES:

La tabla 3 recoge las nuevas modalidades ventilatorias propuestas con la finalidad de responder de forma efectiva a los cambios que se producen en la demanda ventilatoria del paciente y para mejorar la interacción paciente-ventilador. Algunas de las nuevas modalidades ventilatorias permiten al ventilador controlar el volumen o la presión basándose en un *feedback* de volumen. Estas modalidades reciben el nombre de modalidades de control dual. Existen dos tipos de control dual, el primero realiza modificaciones en los parámetros del ventilador dentro del

mismo ciclo respiratorio y el segundo realiza las modificaciones pertinentes ciclo a ciclo, es decir, modifica el soporte en el ciclo siguiente, a partir de los datos recogidos en el ciclo anterior.

Las nuevas modalidades que prestan especial atención a la sincronía entre el paciente y el ventilador son el automode, la compensación automática del tubo endotraqueal, el *flow-by*, el patrón espontáneo amplificado y la ventilación asistida proporcional. Finalmente en este apartado también se incluye la ventilación líquida, ya que es una nueva modalidad ampliamente utilizada en estudios experimentales.

Modalidades de control dual:

Control dual en el mismo ciclo

En la modalidad de control dual en un ciclo, este control permite el paso de presión control a volumen control en medio del ciclo. La terminología que emplean las casas comerciales para denominar estas modalidades ventilatorias son el *aumento de presión*, disponible en el ventilador BEAR 1000 (Allied Healthcare Products, Inc), y la *presión de soporte con volumen asegurado* (VAPS), modalidad de los ventiladores Tbird y Bird 8400ST (Bird Corp., Palm Springs, CA). Estas dos modalidades combinan características de ventilación a presión (flujo decelerado), con características de la ventilación a volumen (garantizan un  $V_T$  mínimo), además de permitir que el paciente obtenga un volumen circulante superior al prefijado. La ventilación se inicia a demanda del paciente o en función del tiempo según la  $f$  ajustada. Es importante la programación de la alarma de presión máxima, ya que si la presión aumenta de manera brusca, se alcanzará el valor de alarma de presión y el ciclado será a presión en lugar de ser a volumen. La descripción inicial de esta modalidad ventilatoria la realizó Amato et al, en un estudio realizado en ocho pacientes con IRA, y observaron una reducción del 50% en el trabajo respiratorio, al comparar la VAPS con la ventilación controlada a volumen clásica.

Control dual ciclo a ciclo:



En las modalidades de control dual ciclo a ciclo, el límite de presión de cada ciclo aumenta o disminuye en función del volumen circulante del ciclo previo. Dependiendo de si es el flujo o el tiempo el responsable de finalizar la inspiración, la ventilación limitada a presión puede ser ciclada a flujo o ciclada a tiempo.

Limitadas a presión y cicladas a flujo:

Las nuevas modalidades de ventilación limitada a presión y ciclada a flujo son el volumen soporte o volumen asistido, VA (Siemens 300; Siemens-Elema AB, Solna, Sweden) y la presión de soporte variable, VPS (Venturi; Cardiopulmonary Corporation, New Haven, CT). En estas modalidades, se programa un VT y un volumen minuto deseados, así como una f de referencia, y el ventilador, de forma automática en cada ciclo, calcula y ajusta el nivel de presión de soporte necesario para conseguir el volumen prefijado en función de la mecánica pulmonar del paciente. Durante este tipo de ventilación se debe prestar atención a las alarmas de volumen espirado mínimo y máximo. Las alarmas que responden a un alto o bajo volumen espirado pueden indicar cambios en la constante de tiempo del sistema respiratorio, pérdidas alrededor del tubo endotraqueal o de los pulmones o desconexión del circuito del paciente. En la actualidad no existen estudios que evalúen estas técnicas.

Limitadas a presión y cicladas a tiempo:

En las nuevas modalidades de ventilación limitada a presión y ciclada a tiempo, se emplea el volumen como un control de *feedback* para ajustar de forma continua el límite de presión. La supuesta ventaja de estas modalidades es el mantenimiento de un pico mínimo de presión que permite administrar un volumen predeterminado y la desconexión automática del paciente cuando éste mejora. Dentro de estas modalidades se incluye la *ventilación controlada a volumen y regulada a presión*, PCRV (Siemens 300; Siemens-Elema AB, Solna, Sweden); la *ventilación con presión adaptada*, APV (Hamilton Galileo; Hamilton Medical, Reno, NV), el *AutoFlow* (Evita 4; Drägerwerk AG, Lübeck, Alemania), y la modalidad de *control de presión variable* (Venturi; Cardiopulmonary Corp). Estas cuatro modalidades

tienen el mismo principio de funcionamiento, ya que incorporan la ventaja de la ventilación controlada a volumen, es decir, se asegura un  $V_T$  determinado y las ventajas de la controlada a presión, ya que limitan la presión en el valor ajustado. A pesar de ser modalidades muy interesantes no se dispone todavía de estudios suficientes que demuestren su efectividad.

Sincronía paciente-ventilador:

Automode

El automode es una modalidad disponible en el Servo Siemens 300A (Siemens- Elema AB, Solna, Sweden), que combina soporte de volumen con control de volumen regulado a presión en una única modalidad, cambiando de una a otra en función de la actividad respiratoria del paciente.

Compensación automática del tubo endotraqueal (ATC):

La compensación automática del tubo endotraqueal, disponible en el Evita 4 (Drägerwerk AG, Lübeck, Alemania), compensa de forma automática la resistencia del tubo endotraqueal a través de un circuito cerrado de cálculo de la presión traqueal.

Flow-by o flujo continuo:

El *flow-by* o flujo continuo, disponible en el ventilador basado en microprocesador Serie 7200 (Nellcor Puritan Bennett Inc, Coral Springs, EE. UU.), mantiene una circulación constante de gas, que tiene como finalidad cubrir de forma inmediata el esfuerzo inspiratorio del paciente. El flujo continuo es activo en todas las respiraciones, ya sean mandatorias o espontáneas, sea cual sea la modalidad elegida como soporte ventilatorio. Para activarlo, se debe ajustar el flujo de base y la sensibilidad de flujo, necesario para que el ventilador reconozca la inspiración de paciente. Para no oponer resistencia a la salida del flujo del paciente, el flujo de base se reduce de forma automática durante la espiración. Sassoon demostró que cuando se empleaba el flujo continuo, la respuesta del ventilador al esfuerzo

inspiratorio del paciente, era mucho más rápida (80 mseg) con una sensibilidad ajustada en tres litros/minuto, al compararse con un trigger de presión convencional ajustado a 1 cm H<sub>2</sub>O, en el que la respuesta del ventilador se producía a los 250 mseg del inicio del esfuerzo del paciente.

Patrón espontáneo amplificado:

La última modalidad comercializada que favorece la sincronía paciente-ventilador, es la ventilación vectorial incorporada en el respirador Vector \* XXI, diseñado y fabricado por Temel S.A. Este ventilador además de disponer de todas las técnicas actuales de ventilación, ofrece la posibilidad de ventilar con un patrón de flujo similar al del paciente. En la modalidad de espontánea ofrece la novedad de la técnica de patrón espontáneo amplificado (PEA), en la que a partir de generar una pendiente rápida de flujo, en función de la demanda del paciente amplifica su propio patrón con la finalidad de cubrir sus demandas ventilatorias. En un estudio realizado en la unidad, en el que se comparaban los efectos fisiológicos de la PEA y de la PSV sobre el trabajo y el patrón respiratorio en 11 pacientes durante la fase de retirada de la VM, se puso de manifiesto que los efectos agudos de ambos métodos ventilatorios eran similares en términos de trabajo respiratorio, cuando el soporte proporcionado por el ventilador era equivalente.

Ventilación asistida proporcional (PAV):

La ventilación proporcional asistida permite optimizar las interacciones paciente-ventilador, estableciéndose una relación más sincrónica y armoniosa. El mecanismo de control de la ventilación del propio paciente es preservado y mejorado, y se produce una menor presión en la vía aérea, así como una menor probabilidad de sobredistensión.

Es un soporte ventilatorio interactivo que utiliza ganancias de flujo y de volumen para suministrar soporte ventilatorio a partir de las demandas del paciente. Cuanto mayor es el esfuerzo del paciente, mayor es el soporte que realiza el aparato. El objetivo es asegurar la sincronía entre el paciente y el ventilador durante niveles

altos y moderados de soporte ventilatorio. Los datos clínicos demuestran que este tipo de ventilación facilita la sincronía entre el paciente y el ventilador, hecho que repercute en el confort del paciente. Recientemente, en un estudio de Ranieri et al, la PAV se ha utilizado con éxito para disminuir el trabajo respiratorio durante el soporte ventilatorio parcial en los pacientes EPOC. Esta modalidad no tiene todavía aplicación clínica pero parece ser que está en preparación en los ventiladores que se comercializarán en un futuro no muy lejano.

#### Ventilación líquida:

La ventilación líquida utiliza un líquido gas soluble para reemplazar o aumentar la ventilación. La primera aplicación biomédica de la ventilación líquida fue en 1962, el líquido empleado es el perfluorocarbono, el cual se distribuye en el pulmón generando presiones de insuflación muy bajas, posee además una alta solubilidad para los gases respiratorios. Un volumen determinado de perfluorocarbono saturado con oxígeno contiene por lo menos tres veces más oxígeno que el mismo volumen en sangre o aire. Las primeras investigaciones se realizaron sumergiendo completamente al animal en el líquido y se observó que a pesar de mantener una oxigenación adecuada se producía retención de CO<sub>2</sub> y acidosis. Se han descrito dos técnicas, la ventilación líquida total y la ventilación líquida parcial. El fracaso de la ventilación líquida total motivó el desarrollo de la ventilación líquida parcial, en la que se combina la ventilación mecánica convencional con los principios de la ventilación líquida. El primer estudio en humanos se publicó en 1990, y puso de manifiesto que este tipo de ventilación aumentaba la compliancia, facilitaba la expansión uniforme del pulmón y mejoraba la oxigenación sin producir compromiso hemodinámico. Actualmente no existen suficientes datos para asegurar si esta técnica es útil para prolongar los períodos o afecta a la supervivencia en animales o humanos, pero están en marcha diferentes estudios multicéntricos para valorar la efectividad de la ventilación líquida en distintos grupos de pacientes.

### 3.4. ANTECEDENTES.

El simple hecho de respirar resulta fundamental para la vida, pero este hecho puede verse interrumpido de múltiples formas. No obstante, como ya se ha comentado, el cese de la respiración no siempre va unido a un fatal desenlace para el paciente, gracias a la capacidad de generar una respiración artificial. En su intento de supervivencia, la humanidad ha ido aunando esfuerzos por preservar la función respiratoria, desde el antiguo Egipto hasta la historia contemporánea. A través de este capítulo se realizará un recorrido por los principales avances en este campo, muy unidos a la anatomía, la química y la fisiología.

Las referencias más antiguas respecto a la intención de resucitar a alguien a través de la infusión de aire datan de la mitología egipcia, cuando Isis –diosa egipcia del misterio y la sabiduría– intentó resucitar a Osiris empujando aire hacia su interior con sus alas. La Biblia también narra versos en los que atribuye propiedades curativas o favorecedoras de vida al aire, como en el libro del Génesis:

«Entonces el Señor Dios formó al hombre del polvo de la tierra, y sopló en su nariz aliento de vida y fue el hombre un ser viviente...» (Génesis 2:7); o en los Salmos: «Cuando les quitas el aliento mueren y vuelven al polvo...» (Salmos 104:29).

En el año 175 d. C. el estudio de la respiración tomó un impulso importante con los estudios de Galeno, quien objetivó la importancia de mantener una respiración artificial para evitar el colapso de los pulmones en las toracotomías que realizaba a los animales, reflejándolo en su libro *Procedimientos de anatomía*.

Posteriormente, en el Renacimiento, la ciencia recobra un fuerte impulso, siendo las enseñanzas de Paracelso y Vesalio fundamentales para el desarrollo de la respiración artificial.

Entre los años 1493 y 1541 Paracelso realizó numerosos experimentos al reanimar a un paciente colocando un tubo en la boca de éste e insuflándole aire a través de un fuelle.

En el año 1543 d. C. Vesalio describió lo que actualmente se entiende como *ventilación mecánica*. El profesor de Padua creó el concepto y lo definió de la siguiente manera en su famoso libro *De humani corporis fabrica libri septem*: «La vida puede ser restaurada al animal, efectuando una apertura en el tronco de la tráquea, colocando un tubo de junco o mimbre, entonces se insuflará en él, de modo que los pulmones puedan levantarse nuevamente y tomar aire»; para ello realizó múltiples experimentos en cerdos. Éste fue el primer intento de *ventilación con presión positiva intermitente* (IPPV, intermittent positive pressure ventilation)). Los estudios de Vesalio no fueron bien reconocidos por sus colegas, ya que se dedicó durante muchos años a diseccionar cadáveres para describir la anatomía humana en siete tomos, lo que le llevó a ser visto por algunos como sospechoso de homicidio.

Los estudios de Paracelso y Vesalio fueron continuados por Highmore, Hooke y Lower quienes realizaron, el 10 de octubre de 1667, una demostración manteniendo con vida a un perro a través del suministro de un flujo continuo de aire, documentado en su libro *Philosophical transactions*. La idea desarrollada por Galeno varios siglos antes fue llevada a cabo por estos científicos gracias a los conocimientos de anatomía y fisiología que habían ido apareciendo en el campo de la ciencia durante todos estos años. En 1744 es documentado el primer caso en el que se aplica la respiración boca a boca, realizado por Tossach, quien explicó la técnica que se le aplicó a un minero para salvarle la vida.

Hasta la segunda mitad del siglo XIX todo fue experimentación y hechos anecdóticos; el paso fundamental fue la creación de los primeros ventiladores mecánicos, aunque la mayoría de ellos funcionarían con presión negativa. El primero de ellos fue el creado por Alfred Jones en 1864. El principio básico de estos aparatos era que un cambio de presión dentro del ventilador provocara que el aire se moviera dentro y fuera del paciente. Basado en esta mecánica, el Dr. Woillez de París diseñó el *espiróforo*, cuyo fin sería resucitar a las víctimas de ahogamiento del río Sena, pero nunca llegó a pasar de un prototipo. Los diseños

de Jones y Woillez fueron considerados los antecedentes del pulmón de acero, que pronto se convertiría en el referente en materia de respiración artificial.

En 1880 se diseñó por Macewen el primer *tubo endotraqueal*, y en 1895 el Dr. Chevalier inventó el *laringoscopio*; ambos artilugios resultaron imprescindibles para la ventilación mecánica desde entonces hasta nuestros tiempos.

En 1911, Dräger ya había creado un dispositivo de ventilación a presión positiva, que fue conocido como el *Pulmotor*, éste utilizaba un cilindro de oxígeno o aire comprimido como fuente de energía para su funcionamiento y entregaba una mezcla de estos gases y de aire ambiente al paciente, a través de una mascarilla nasobucal.

El famoso *pulmón de acero* fue inventado en el año 1929 por *P. Dinker*, un ingeniero estadounidense de la *New York Consolidated Gas Company*, que diseñó un tanque en el cual se introducía al paciente, quedando fuera únicamente su cabeza; éste aplicaba sobre el cuerpo presiones negativas intermitentemente, de manera que posibilitaba la respiración. La mecánica del aparato consistía en crear movimientos respiratorios causados por cambios de presión: se aplicaba presión positiva en la vía aérea (IPPV) y, además, se generaba una presión negativa en el tórax con respecto a la boca. Fue creado para usarse en pacientes que tenían lesionada la pared muscular. El pulmón de acero fue usado por primera vez el 21 de octubre de 1928 en el *Boston Children's Hospital*, con una niña inconsciente con problemas respiratorios que se recuperó de forma muy rápida cuando se la colocó en la cámara del respirador, lo que popularizó el invent

En 1931 surgió una versión mejorada del pulmón de acero, creada por John Haven Emerson: su pulmón de acero, más barato, ligero, silencioso y fiable que el de Dinker, tuvo mayor aceptación. Este ventilador ya contaba con velocidades variables de ventilación y repuestos intercambiables y permitía operar manualmente en caso de fallo eléctrico; se convirtió en el buque insignia de los ventiladores de presión negativa y su mayor uso se alcanzó durante la epidemia de poliomielitis que arrasó América del Norte y Europa.

En 1950 V. Ray Bennett, ingeniero que trabajaba para las fuerzas aéreas estadounidenses, víctimas de ahogamiento del río Sena, pero nunca llegó a pasar de un prototipo. Los diseños de Jones y Woillez fueron considerados los antecedentes del pulmón de acero, que pronto se convertiría en el referente en materia de respiración artificial. En 1880 se diseñó por Macewen el primer *tubo endotraqueal*, y en 1895 el Dr. Chevalier inventó el *laringoscopio*; ambos artilugios resultaron imprescindibles para la ventilación mecánica desde entonces hasta nuestros tiempos. En 1911, Dräger ya había creado un dispositivo de ventilación a presión positiva, que fue conocido como el *Pulmotor*, éste utilizaba un cilindro de oxígeno o aire comprimido como fuente de energía para su funcionamiento y entregaba una mezcla de estos gases y de aire ambiente al paciente, a través de una mascarilla nasobucal. El famoso *pulmón de acero* fue inventado en el año 1929 por P. Dinker, un ingeniero estadounidense de la *New York Consolidated Gas Company*, que diseñó un tanque en el cual se introducía al paciente, quedando fuera únicamente su cabeza; éste aplicaba sobre el cuerpo presiones negativas intermitentemente, de manera que posibilitaba la respiración. La mecánica del aparato consistía en crear movimientos respiratorios causados por cambios de presión: se aplicaba presión positiva en la vía aérea (IPPV) y, además, se generaba una presión negativa en el tórax con respecto a la boca. Fue creado para usarse en pacientes que tenían lesionada la pared muscular. El pulmón de acero fue usado por primera vez el 21 de octubre de 1928 en el *Boston Children's Hospital*, con una niña inconsciente con problemas respiratorios que se recuperó de forma muy rápida cuando se la colocó en la cámara del respirador, lo que popularizó el invento. En 1931 surgió una versión mejorada del pulmón de acero, creada por John Haven Emerson: su pulmón de acero, más barato, ligero, silencioso y fiable que el de Dinker, tuvo mayor aceptación. Este ventilador ya contaba con velocidades variables de ventilación y repuestos intercambiables y permitía operar manualmente en caso de fallo eléctrico; se convirtió en el buque insignia de los ventiladores de presión negativa y su mayor uso se alcanzó durante la epidemia de poliomielitis que arrasó América del Norte y Europa. En 1950 V. Ray Bennett, ingeniero que trabajaba para las fuerzas aéreas estadounidenses,



desarrolló una válvula de demanda de oxígeno capaz de elevar presión durante la inspiración y bajar a cero durante la espiración. Este sistema, mejorado y adaptado para su uso en tierra, se convirtió en lo que ahora se conoce como (IPPV).

La epidemia de poliomielitis que arrasó Dinamarca en 1953 fue fundamental para la ventilación mecánica con presión positiva, puesto que los médicos daneses, a diferencia de los ingleses y estadounidenses, se decantaron por el uso de ventiladores de presión positiva para tratar las consecuencias de la enfermedad. Aun así, los respiradores Bennett y el Pulmotor resultaron ser escasos para hacer frente a la epidemia, lo que impulsó la creación de un nuevo ventilador, creado por Engström, capaz de mandar al paciente volúmenes predeterminados de aire. Este respirador, aplicando la ventilación a través de traqueotomía, demostró disminuir la mortalidad de los pacientes con parálisis bulbar en un 27 %. Tras el éxito de los respiradores de presión positiva, su fabricación se extendió a Norteamérica y el resto de Europa, haciendo casi olvidar a los ya obsoletos pulmones de acero.

### **3.5. CONCECUENCIAS**

Durante el CHEST 2006 (72a Asamblea Científica Internacional Anual del Colegio Americano de Médicos del Tórax) se discutió acerca del soporte con ventilación mecánica en el cuidado crítico. A continuación resumimos sus planteamientos.

La ventilación mecánica ha presentado grandes avances para optimizar su utilidad en los pacientes que la requieren; sin embargo, su utilización somete inevitablemente al pulmón a un potencial daño físico, conocido como “lesión pulmonar inducida por ventilador” (LPIV), la cual representa un porcentaje importante de las complicaciones respiratorias de los pacientes en las unidades de cuidados intensivos.

Se han propuesto dos factores que contribuyen a su desarrollo. El primero es un daño físico por sobredistensión, principalmente visto en pulmones con lesiones heterogéneas, donde las áreas sanas son propensas a mayor insuflación al aplicar

ventilación con presión positiva. Este tipo de daño se caracteriza por importante inflamación tisular, edema, formación de membranas hialinas y liberación de mediadores inflamatorios a la circulación. El segundo factor propuesto es la apertura y el cierre repetido de alvéolos atelectásicos en el pulmón lesionado.

Además del daño a nivel tisular (alveolar), la ventilación mecánica también se ha asociado con disfunción diafragmática inducida en las primeras 24 a 48 horas, por la supresión de la actividad espontánea normal de los músculos de la respiración, la cual altera el flujo sanguíneo y el tiempo de reposo del músculo, y causa cambios celulares importantes, como atrofia, pérdida miofibrilar, proteólisis, formación de vacuolas y alteración en las mitocondrias. A pesar de que los resultados de los estudios no son concluyentes en cuanto a las medidas para evitar este daño, se ha observado que permitir respiraciones espontáneas intermitentes, durante el soporte ventilatorio (si el paciente lo tolera), disminuye la severidad de la lesión.

Ante la importancia de encontrar una manera de minimizar la lesión inducida por el soporte ventilatorio –síndrome de distrés respiratorio agudo–, el Instituto Nacional de Salud (EE. UU.) Realizó un estudio al azar en 800 pacientes con ventilación mecánica, en el cual se administró ventilación con bajo y alto volumen corriente a cada uno de los grupos. Se observó disminución de la mortalidad en el grupo al cual se le suministró bajo volumen corriente (6 ml/kg), es decir, menor distensión alveolar. Asimismo, los valores de citoquinas inflamatorias fue menor en este grupo, y ello permitió afirmar que la ventilación con bajo volumen corriente no solo previene el daño tisular pulmonar, sino que reduce la inflamación secundaria y disminuye la mortalidad.

Se ha demostrado que la aplicación de presión positiva al final de la espiración (PEEP, por sus siglas en inglés: *Positive End Espiratory Pressure*) ayuda a la reclusión alveolar, lo cual mejora el intercambio gaseoso y la mecánica ventilatoria. Sin embargo, la escogencia de la cantidad de PEEP que se debe administrar es motivo de controversia; usualmente se utiliza el intercambio

gaseoso como guía, apuntando a una PO<sub>2</sub> aceptable, pero no a la máxima para evitar sobredistensión alveolar.

Se han propuesto nuevas formas de manejar la falla respiratoria.

La ventilación bifásica (APRV, por sus siglas en inglés: *Airway Pressure Release Ventilation*) es un soporte ventilatorio que posee un mecanismo de liberación de presión sobre la vía aérea, lo cual permite la respiración espontánea durante ambas fases del ciclo respiratorio. A pesar de que se requieren estudios más profundos para comprobar su eficacia, se habla de ventajas de la APRV al permitir mayor reclutamiento alveolar, debido a una larga fase inspiratoria, lo que hace innecesario aumentar el volumen corriente o sumar presión positiva a la vía aérea; se propone, asimismo, que al permitir respiraciones espontáneas, la APRV mejora también el llenado cardíaco.

La ventilación de alta frecuencia es otra propuesta para el manejo de la falla respiratoria. Utiliza bajos volúmenes corrientes a una alta frecuencia respiratoria (120-900 respiraciones por minuto en el adulto). Esta modalidad de ventilación permite aplicar mayores presiones a la vía aérea, para mejorar el reclutamiento alveolar, pero evita la sobredistensión debido a que se utilizan muy bajos volúmenes corrientes. Se ha comprobado su utilidad en la población neonatal y pediátrica, al reducir la disfunción pulmonar a largo plazo luego del manejo de diferentes patologías respiratorias. Aún se requieren mayores estudios para probar su eficacia en los neonatos.

### **3.6. CUIDADOS.**

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

Existen numerosas características que hacen al paciente sometido a ventilación mecánica diferente de otros enfermos, entre otras podemos enumerar:

1. El estrés que conlleva cualquier enfermedad grave.
2. Las medidas terapéuticas a la que es sometido.
3. El aislamiento físico al que es habitualmente sometido.
4. La incapacidad para comunicarse.
5. La falta de movilidad.
  
6. La aparatosidad de los aparatos que le rodean.
  
7. Las luces y ruidos que le rodean.
  
8. Y sobre todo la dependencia del equipo sanitario y de una máquina.

Todo esto implica la importancia de la vigilancia y monitorización que se debe llevar a cabo en estos pacientes, a fin de evitar los problemas y complicaciones durante el tratamiento ventilatorio y cubrir las necesidades físicas y psicológicas de nuestros pacientes.

La ventilación mecánica en el niño se ha desarrollado en muchos casos a partir de la experiencia de la ventilación mecánica del adulto. Sin embargo, el niño tiene unas características físicas y fisiológicas muy diferentes que hacen que las indicaciones, aparatos, modalidades y forma de utilización de la ventilación mecánica sean con frecuencia distintas a las empleadas habitualmente en pacientes adultos. El pediatra tiene que aplicar la ventilación mecánica en niños de muy diferente edad y peso, desde recién nacidos prematuros a adolescentes, y con enfermedades muy diversas. Además, en el niño, las complicaciones de la ventilación mecánica son potencialmente más graves que en el adulto, debido a su inmadurez y a la dificultad de monitorización. Por otra parte, en los últimos años se han desarrollado nuevos aparatos, modalidades de ventilación mecánica y técnicas complementarias que se adaptan cada vez mejor a las características y necesidades del paciente. Es por tanto necesario que los pediatras conozcan no sólo todas las técnicas de la ventilación mecánica, sino los métodos de vigilancia y monitorización.

A pesar de que la ventilación mecánica es una de las técnicas más empleadas e importantes, tanto en las unidades de cuidados intensivos pediátricos como neonatales, y que tiene una gran repercusión en el pronóstico vital del niño críticamente enfermo, hasta el momento no se ha planteado una formación estructurada de los profesionales que la utilizan. La ventilación mecánica es una técnica que fundamentalmente se utiliza en el quirófano y en las unidades de cuidados intensivos, pero que de manera progresiva está pasando a ser aplicada en otras unidades (urgencias, traslados, unidades de crónicos o intermedios, y en el domicilio).

La ventilación mecánica es diferente de la ventilación espontánea, el empleo de un respirador acarrea consecuencias sobre la función respiratoria y sobre la hemodinámica.

Las presiones puestas en juego por la respiración artificial, son distintas de las que se observan en la respiración espontánea.

La ventilación artificial o mecánica es una medida de apoyo cuyos principales objetivos son:

- Mejorar la ventilación alveolar.
- Garantizar una oxigenación adecuada.
- Reducir el trabajo respiratorio.

Los sistemas de ventilación mecánica o respiradores, actúan generando una presión positiva intermitente mediante la cual insuflan aire o una mezcla gaseosa, enriquecida en oxígeno en la vía aérea del paciente.

Las indicaciones para que sea necesario la utilización de la ventilación artificial, depende del grado de insuficiencia respiratoria verificado por el resultado de la gasometría.

Cuando existen signos de descenso del esfuerzo respiratorio, taquicardia, cianosis, frecuencia respiratoria anómala, uso de músculos accesorios, hipotensión, hipertensión, ansiedad y agotamiento y al ser combinados cualquiera de estos hallazgos junto a unas determinadas cifras de gasometría arterial, puede indicar la necesidad de iniciar la ventilación artificial.

### **3.7. PATOGENIA**

Los pulmones inmaduros no producen suficiente cantidad de surfactante pulmonar -una sustancia tensioactiva que reviste los pequeños sacos aéreos (alvéolos) de los pulmones, producida por los neumocitos II (células propias del epitelio alveolar) y que permiten que estos se mantengan abiertos y no colapsen. Si estos diminutos sacos no se abren con facilidad, los pulmones no pueden llenarse de aire y hacer llegar el oxígeno necesario al torrente sanguíneo; esto para el caso del déficit de surfactante como en prematuros o en la enfermedad de membranas hialinas, en el caso de taquipnea transitoria del recién nacido (RN) la etiología es la falta de reabsorción del líquido pulmonar, generalmente pasa en las cesáreas sin trabajo de parto. La taquipnea transitoria del RN es la causa más frecuente de SDRN.

Los pulmones del recién nacido poseen 50 millones de alveolos, y con una vasculatura pulmonar inmadura que cuenta con la presencia de una doble capa de capilares. Alrededor de los tres años, esta malla capilar fina se convierte en única, y la población alveolar alcanza los 800 millones, para ser morfológicamente similar a los pulmones de los adultos. Como resultado de la remodelación constante en este órgano el grado de daño pulmonar, la respuesta y las secuelas varían con la edad del niño. Aunque es cierto que se cuenta con múltiples investigaciones que examinan la fisiopatología del daño pulmonar en neonatos y modelos animales neonatos, no se cuenta con investigaciones suficientes que avalen este tema en lactantes o niños mayores.

Las enfermedades que ocasionan lesiones directas o indirectas sobre el parénquima pulmonar ocasionan deterioro de la barrera alveolo-capilar con incremento de la permeabilidad celular, y el libre pasó de componentes del plasma y mediadores químicos de la inflamación al interior de las unidades estructurales del pulmón, que ocasionan una disfunción del epitelio y el endotelio alveolar. Esta ordenada cascada garantiza disfunción del surfactante pulmonar con el incremento de la tensión superficial, fallo de la distensibilidad e inestabilidad del binomio que garantiza el intercambio gaseoso (unidad alveolar/capilar pulmonar), que genera áreas de atelectasias y alteración en la relación ventilación/perfusión. La liberación de mediadores de la inflamación activa la cascada de la coagulación

con la formación de microtrombosis y trombocitopenia, que obliteran los capilares pulmonares por un lado; y por el otro, disminuyen la fibrinólisis como resultado de altas concentraciones del factor inhibidor de la activación del plasminógeno.<sup>19</sup>

La severidad de la enfermedad ha sido más estudiada en adultos que en niños, y define su atención a diferentes aspectos:

Mediciones que se realizan a la cabecera del paciente: aquí se miden parámetros de la oxigenación y de la ventilación mediante métodos invasivos. En cuanto a la oxigenación se protocoliza el uso de la  $PaO_2/FiO_2$ , IO, índice de ventilación ( $IV = \text{presión arterial de dióxido de carbono} \times \text{Presión pico (Pp)} \times FiO_2/1\ 000$ ), y métodos no invasivos como la  $SatO_2/FiO_2$  y el IOS. En la ventilación se puede evaluar el volumen tidal espirado ( $V_{te}$ ), Pp, la presión meseta en vías aéreas ( $P_{mva}$ ) y la presión positiva al final de la espiración (Peep).

Mediciones en las que son necesarios cálculos más precisos sobre el paciente: aquí se encuentra la escala de riesgo de mortalidad pediátrica (PRISM III) y el índice pediátrico de mortalidad (PIM). Ambos tienen en cuenta la disfunción múltiple de órganos como factor de riesgo.

Estudios con marcadores bioquímicos de la fase aguda en la que la elevación del factor antigénico von Willebrand y las endotelinas 1 reflejan el daño endotelial, la elevación de la molécula soluble de adhesión intracelular refleja la activación de los macrófagos y daño endotelial, y la elevación del factor inhibidor de la activación del plasminógeno hace inferir deterioro del sistema de la coagulación y depósitos de fibrina.

### **3.8. COMPLICACIONES**

Se puede acumular aire o gas en:

El espacio que rodea los pulmones (neumotórax)

El espacio en el tórax entre los dos pulmones (neumomediastino)

El área entre el corazón y el delgado saco que lo rodea (neumopericardio)

Otras complicaciones pueden ser:

Hemorragia intracerebral (hemorragia intraventricular en recién nacidos)

Hemorragia intrapulmonar (algunas veces asociada con el uso de agentes tensioactivos)

Coágulos de sangre debido a un catéter arterial umbilical

Displasia broncopulmonar

Retraso en el desarrollo mental y retardo mental asociado con sangrado o daño cerebral

Retinopatía de la prematuridad y ceguera

#### **4. PROCEDIMIENTOS REALIZADOS EN LA UNIDAD DE CUIDADO INTENSIVO NEONATAL (UCIN)**

##### **4.1. INGRESO DEL NEONATO A LA UCIN.**

Cuando el ingreso del recién nacido en la unidad:

Se le coloca en la incubadora.

Se le pesa.

Se le colocan los electrodos para monitorización de constantes vitales. Los electrodos se colocarán en las extremidades, para evitar tener que quitarlos en la radiografía de control en caso de colocación de TOT (tubo orotraqueal) o de catéter umbilical o venoso (o ambos).

Se le pone el pulsioxímetro (en el pie normalmente). La oximetría de pulso es un método incruento de monitorización continua de la saturación de la sangre arterial. Para verificar la fiabilidad de la medición la onda de pulso debe tener una adecuada morfología y ser compatible con la frecuencia cardíaca del niño.

Si viene intubado, se conecta al respirador, al que previamente se le han programado los parámetros (esto lo hace el médico).

Se le toma la temperatura. Hay que mantener una temperatura corporal de 36-36,5°C. No se aconseja tomar la temperatura rectal en recién nacidos muy pequeños. Se controla la temperatura axilar hasta estabilizarla en 36-36,5°C. El calentamiento de los neonatos que llegan hipotérmicos debe ser gradual (0,6°C por hora). Los recién nacidos que pesan menos de 1000 g,



tienen mecanismos deficientes de termorregulación y dependen del sostén ambiental (temperatura de la incubadora y humedad), por ello se les coloca un gorrito para ayudarles a superar la hipotermia. No obstante, hay que evitar el calentamiento excesivo, ya que la temperatura corporal central de más de 37,5°C provoca pérdidas insensibles de agua, mayor consumo de oxígeno y desviaciones de los signos vitales (taquicardias, taquipnea...).

Se le administra la pomada oftálmica antiséptica (Eritromicina) por profilaxis ocular.

Se le coloca una sonda nasogástrica u orogástrica para cuando inicie la alimentación enteral.

Se pone el manguito de tensión adecuado para su peso, y controlamos la tensión arterial, FC, FR y Saturación de O<sub>2</sub> cada hora.

Se le coloca un nido para que el niño mantenga una postura en flexión, y se cubre la incubadora con una sábana verde, para evitar estímulos luminosos que afecten en su descanso.

Si el niño está bien se deja, hasta conseguir regular la temperatura.

Cuando el bebé está caliente, realizamos la primera determinación de glucemia y gasometría (de catéter umbilical o, en su defecto, capilar).

En la gráfica de ingreso del recién nacido, anotaremos todo lo que hagamos, además de las constantes vitales, el peso y cuántos centímetros está introducido (en caso de que esté intubado).

Si es necesario canalizar la vena o arteria umbilical (o ambas), tomaremos como referencia la distancia de hombro-ombiligo multiplicado por 0.6. Si la distancia hombro-ombiligo es menor a 13 cm., se introducirá la distancia hombro-ombiligo más 1 cm; y si es mayor a 13cm, se introducirá la distancia hombro-ombiligo más 2 cm. Previamente a la canalización, se atan las 4 extremidades del niño para inmovilizarlo mientras el facultativo lo canaliza Tendremos preparadas jeringas de

infusión con suero fisiológico para mantener vía mientras se realiza la radiografía de control.

#### **4.2. LA SEGURIDAD DEL PACIENTE NEONATAL.**

*2 de mayo de 2007 | Washington/Ginebra* - La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha lanzado hoy "Nueve soluciones para la seguridad del paciente" a fin de ayudar a reducir el tributo de daños relacionados con la atención sanitaria que pagan millones de pacientes en todo el mundo. Las soluciones han sido formuladas por el Centro Colaborador de la OMS sobre (Soluciones para) la Seguridad del Paciente.

En los países desarrollados, se estima que hasta uno de cada 10 pacientes hospitalizados sufren daños de resultados de la atención recibida, y en el mundo en desarrollo la cifra es probablemente mucho mayor. Lo más importante en materia de seguridad de los pacientes es conseguir conocer la manera de evitar que éstos sufran daños durante el tratamiento y la atención. Las nueve soluciones concebidas se basan en intervenciones y acciones que han reducido los problemas relacionados con la seguridad del paciente en algunos países, y se difunden ahora de manera accesible para que los Estados Miembros de la OMS puedan usarlas y adaptarlas a fin de reformular los procedimientos de asistencia al enfermo y hacerlos más seguros.

Las soluciones guardan relación con los siguientes conceptos: medicamentos de aspecto o nombre parecidos; identificación de pacientes; comunicación durante el traspaso de pacientes; realización del procedimiento correcto en el lugar del cuerpo correcto; control de las soluciones concentradas de electrolitos; asegurar la precisión de la medicación en las transiciones asistenciales; evitar los errores de conexión de catéteres y tubos; usar una sola vez los dispositivos de inyección; y mejorar la higiene de las manos para prevenir las infecciones asociadas a la atención de salud. Básicamente estas soluciones tienen por objeto ayudar a reformular la asistencia a los enfermos y evitar errores humanos perjudiciales para los pacientes.

"Reconociendo que los fallos de la atención sanitaria afectan a uno de cada 10 enfermos en todo el mundo, la Alianza Mundial para la Seguridad del Paciente y el Centro Colaborador han combinado nueve soluciones eficaces para reducir esos errores", ha explicado la Directora General de la OMS, la Dra. Margaret Chan. "Aplicar esas soluciones es una manera de mejorar la seguridad del paciente."

Sir Liam Donaldson, Presidente de la Alianza y Director General de Salud de Inglaterra, ha manifestado que: "En todo el mundo, los sistemas de salud reconocen hoy día que la seguridad del paciente es una cuestión prioritaria. El programa de trabajo de Soluciones para la Seguridad del Paciente aborda varias áreas cruciales de riesgo para los pacientes. Las medidas claras y concisas propuestas en las nueve soluciones han demostrado ser de gran utilidad para reducir las cifras inaceptablemente altas de lesiones iatrogénicas observadas en todo el mundo".

Las Soluciones para la Seguridad del Paciente, un programa central de la Alianza Mundial para la Seguridad del Paciente, de la OMS, señala a la atención la seguridad del paciente y las prácticas óptimas para reducir los riesgos a que se ven expuestos. El programa intenta asegurar que las intervenciones y medidas que hayan resuelto problemas relacionados con la seguridad del paciente en algún lugar del mundo se difundan ampliamente de manera accesible e inteligible para todos. La Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations y la Joint Commission International fueron designadas oficialmente para desempeñar conjuntamente la función de Centro Colaborador de la OMS sobre (Soluciones para) la Seguridad del Paciente en 2005.

En los 12 últimos meses, el citado Centro Colaborador de la OMS ha reunido a más de 50 destacados líderes y expertos de todo el mundo en ese campo para identificar y adaptar las nueve soluciones a diferentes necesidades. Se realizó un estudio sobre el terreno de las soluciones para reunir información de importantes entidades dedicadas a la seguridad del paciente, órganos de acreditación,

ministerios de salud, organizaciones internacionales de profesionales de la salud y otros expertos.

"Estas soluciones ofrecen a los Estados Miembros de la OMS un nuevo e importante recurso para ayudar a sus hospitales a evitar muertes y lesiones prevenibles", ha señalado Dennis S. O'Leary, M.D., Presidente de The Joint Commission. "Todos los países afrontan hoy tanto la oportunidad como el reto de traducir esas soluciones en acciones concretas que efectivamente salven vidas".

Nota de la Redacción

Las Soluciones para la Seguridad del Paciente se centran en los siguientes aspectos:

- Medicamentos de aspecto o nombre parecidos
- Identificación de pacientes
- Comunicación durante el traspaso de pacientes
- Realización del procedimiento correcto en el lugar del cuerpo correcto
- Control de las soluciones concentradas de electrolitos
- Asegurar la precisión de la medicación en las transiciones asistenciales
- Evitar los errores de conexión de catéteres y tubos
- Usar una sola vez los dispositivos de inyección
- Mejorar la higiene de las manos para prevenir las infecciones asociadas a la atención de salud

#### **4.3. PROCEDIMIENTO PARA LA MONITORIZACIÓN DEL PACIENTE NEONATAL.**

La monitoria neonatal permanente de los signos vitales del recién nacido en la Unidad de cuidado intensivo (UCI) favorece la identificación temprana de alteraciones y de eventos potencialmente catastróficos, facilita una intervención oportuna y adecuada al tiempo que permite la evaluación de la respuesta a dichas intervenciones y la disminución de los efectos deletéreos de estos en el paciente.

La identificación de posibles alteraciones orgánicas del niño de alto, mediano y bajo riesgo a través del control de las constantes vitales, el establecimiento de un control horario de cada uno de los signos vitales y la monitoria de los límites de las alarmas según las necesidades y parámetros básicos de cada recién nacido y la corrección de los factores que estén alterando la frecuencia o características de los signos vitales en el neonato, son los objetivos de la monitoria neonatal.

Equipos:

Monitor multiparamétrico, sensor de oximetría para neonatos, brazalete según tamaño y sonda de servo control y termómetro.

Es de recordar que cuando el paciente no está crítico, se pueden monitorizar con equipos individuales algunos parámetros vitales para el manejo del paciente según su clínica y factores de riesgo particulares, tales como monitor de presión y monitor de pulsooximetría, entre otros.

Indicaciones

Recién nacido menor de 35 semanas de edad gestacional

Neonatos con antecedentes o en los que se observan episodios de apnea, taquipnea, bradicardia o taquicardia

Neonatos con oxigenoterapia.

Neonatos con historia de síndrome de muerte súbita  
Recién nacidos con procesos infecciosos potenciales o en curso.

Monitoria de la Temperatura: Se define como la determinación del grado de calor del cuerpo por medio de un termómetro clínico. Un organismo se considera homeotérmico cuando, independientemente de la temperatura que lo rodea, mantiene la propia dentro de un estrecho margen de variabilidad.

En el ser humano el valor de la temperatura oscila de 36,5 oC a 37,2 oC. El control térmico es indispensable para asegurarle al bebé un crecimiento adecuado, por lo que

se debe procurar un ambiente térmico neutral definido como el grado de temperatura ambiental en el que la producción metabólica dirigida a la conservación del calor es mínima. La disminución de la temperatura en 2 °C obliga al niño a aumentar el consumo de oxígeno en un 35%.

Al reconocer que los objetivos de la ventilación mecánica (VM) han cambiado en el transcurso de las últimas décadas<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> (tabla 1), y que van más allá de la exclusiva adecuación del intercambio gaseoso, el médico tratante debe lograr el monitoreo de un conjunto de parámetros fisiológicos, además de las posibles alteraciones que ocasionen daño pulmonar o disfunción orgánica distante.

Tabla 1. Objetivos clínicos, de laboratorio y complicaciones a monitorizar en ventilación mecánica

<b>Adecuado intercambio gaseoso</b>	<b>Mantener volumen pulmonar</b>	<b>Disminuir trabajo respiratorio</b>	<b>Mejorar oxigenación tisular</b>	<b>Sincronía paciente/ventilador</b>	<b>Evitar complicaciones</b>
<b>Revertir hipoxemia (PaO<sub>2</sub>)</b>	Capacidad residual funcional	Revertir fatiga muscular	Redistribución de flujo desde musculatura ventilatoria	Confort	Daño inducido por VM
<b>Corregir acidosis respiratoria aguda (PaCO<sub>2</sub>)</b>	Volumen de fin de inspiración	Disminuir costo de O <sub>2</sub> de ventilar (VO <sub>2</sub> )			Hiperinflación dinámica
	Aumentar distensibilidad				Aumento espacio muerto
	Protectora y óptimo reclutamiento (SDRA)				Deterioro hemodinámico (DO <sub>2</sub> )
					Prevenir daño diafragmático

PaO<sub>2</sub>: presión arterial de oxígeno; VM: ventilación mecánica; PaCO<sub>2</sub>: presión arterial de dióxido de carbono; VO<sub>2</sub>: consumo de oxígeno; SDRA: síndrome de dificultad respiratoria aguda; DO<sub>2</sub>: transporte de oxígeno.

El monitoreo clínico ideal debe describir cambios anatómicos y fisiológicos a nivel regional, ser de naturaleza no invasiva, ser de procesamiento rápido y estar disponible a la cabecera del paciente.

En la actualidad se dispone de múltiples parámetros que entregan datos objetivos, los cuales permiten evaluar determinadas intervenciones terapéuticas, establecer diagnósticos, lograr metas y evitar complicaciones ocasionadas por los cambios dinámicos en el paciente.

Habitualmente, en el paciente crítico, se enfatiza la monitorización de la mecánica respiratoria para ajustar la estrategia e individualizar la prescripción de la VM; sin embargo, es necesario tener presente que esta es solo un aspecto a evaluar.

El objetivo del presente trabajo fue revisar la evaluación del intercambio de gases, las principales técnicas de monitorización disponibles, maniobras y cálculos de mecánica respiratoria y estudios de imagen en el paciente pediátrico. En la tabla 2 se resume la monitorización multimodal a considerar en el paciente ventilado. Finalmente, se discuten futuras modalidades de monitorización, específicamente los biomarcadores.

Tabla 2. Monitorización multimodal a considerar en el paciente ventilado mecánicamente

I	Paciente	Examen físico (Inspección, palpación, auscultación, etc)		
II	Ventilador mecánico	Parámetros	Modalidad: VC:PIM; P <sub>m</sub> PC-PS: V <sub>c</sub> V <sub>c</sub> inspirado vs Vc espirado: Fugas Presiones: fijas o variables PIM-PS: velocidad de presurización P <sub>m</sub> PEEP Orientación: C <sub>sr</sub> , R <sub>sr</sub> y CT Fr mandatoria vs Fr espontánea :A utodisparo vs espontáneas FiO <sub>2</sub> T <sub>i</sub> : duración y presurización Rampa-Flujo: rápido-lento Disparo inspiratorio: autodisparo, esfuerzo inefectivo, disparo retrasado Disparo espiratorio: ciclado retrasado, prematuro, doble disparo	
		Gráficos	Presión	Velocidad de presurización C <sub>sr</sub> , R <sub>sr</sub> , CT
			Volumen	Fugas Espiración forzada
			Flujo	Velocidad de presurización Flujo al final de la inspiración: tiempo de pausa Atrapamiento: pausa inspiratoria y espiratoria
			Lazos	Atrapamiento aéreo Fugas C <sub>sr</sub> dinámica
		Pruebas especiales	Pausa Inspiratoria: C <sub>sr</sub> , R <sub>sr</sub> , CT. Atrapamiento dinámico Pausa espiratoria: PEEP <sub>i</sub>	
Alarmas	rogramación			
III	Monitorización básica	Oximetría de pulso Gases en sangre arterial Capnografía Radiografía		

VC: ventilación controlada por volumen; PIM: presión inspiratoria máxima; P<sub>m</sub>: presión meseta; PC: ventilación controlada por presión; PS: presión de soporte; V<sub>c</sub>: volumen corriente; PEEP: presión positiva al final de la espiración; C<sub>sr</sub>: distensibilidad del sistema respiratorio; R<sub>sr</sub>: resistencia del sistema respiratorio; CT: constante de tiempo; Fr: frecuencia respiratoria; FiO<sub>2</sub>: fracción inspirada de oxígeno; T<sub>i</sub>: tiempo inspiratorio; PEEP<sub>i</sub>: PEEP intrínseca.

#### Monitorización clínica:

Como en todo acto médico, es trascendente la adecuada inspección del paciente en VM. Una vez que se realiza la intubación endotraqueal y el paciente es conectado al ventilador, se debe evaluar la expansión torácica, la auscultación pulmonar y la perfusión tisular periférica. Se puede valorar si el soporte ventilatorio es adecuado para la demanda del paciente a través de la verificación de signos indirectos, como sudoración, taquicardia e hipertensión arterial (respuesta adrenérgica).



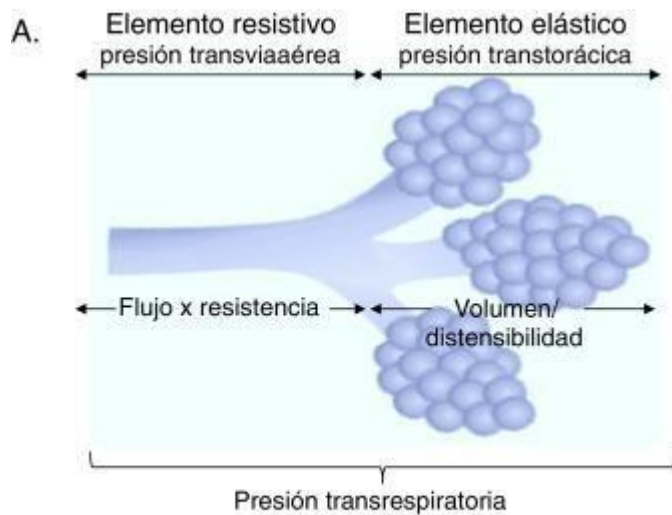
Considerando que la falla respiratoria aguda es una de las principales causas de admisión en las unidades de cuidados intensivos pediátricos (UCIP), la monitorización continua, confiable y precisa de diversos parámetros respiratorios tanto en la admisión del paciente como en el manejo posterior, permite al clínico la detección temprana de falla respiratoria aguda, la evaluación de la necesidad de soporte ventilatorio, la respuesta al tratamiento, minimizar las complicaciones asociadas a la VM, optimizar la interacción paciente-ventilador y determinar cuándo el paciente está en condiciones de comenzar el destete de la VM. Sin embargo, la monitorización, por sí sola, no implica un manejo específico para el paciente y tampoco conduce a un determinado resultado terapéutico; todo dependerá del conocimiento y de la habilidad de quien interprete la información.

En términos generales, siempre se deben evaluar indicadores de intercambio gaseoso, como oxigenación, ventilación, espacio muerto y los referentes a mecánica pulmonar.

## Fundamentos de la monitorización de la mecánica ventilatoria

### Propiedades mecánicas del sistema respiratorio

Se definirán tres conceptos básicos para comprender el comportamiento del sistema respiratorio: se entenderá como *flujo* a la unidad de volumen desplazada por unidad de tiempo; como *resistencia*, la oposición al flujo de aire causada por las fuerzas de fricción; y como *presión*, la fuerza que ejerce un gas sobre una superficie. Si se considera que el desplazamiento de un gas se produce siempre en respuesta a gradientes de presión, sean estos ocasionados por la contracción de la musculatura respiratoria, o bien por la acción de un ventilador mecánico, el gradiente de presión transrespiratoria entre la vía aérea superior ( $P_{ao}$ , *airway opening pressure*) y la existente a nivel alveolar ( $P_{alv}$ ) será la que determinará la magnitud del flujo tanto inspiratorio ( $P_{ao} > P_{alv}$ ) como espiratorio ( $P_{alv} > P_{ao}$ ) (fig. 1A).



B.

$$P_{\text{vent}} + P_{\text{mus}} = \text{Flujo} \times \text{resistencia} + \frac{\text{Volumen}}{\text{Distensibilidad}}$$

[Download full-size image](#)

Figura 1. Elementos determinantes de la presión transrespiratoria. A. Representación esquemática de los elementos determinantes de la presión transrespiratoria. B. Ecuación de movimiento del sistema respiratorio.  $P_{\text{vent}}$  corresponde a la presión generada por el ventilador y  $P_{\text{mus}}$  a la presión generada por los músculos ventilatorios para expandir la caja torácica y los pulmones. Cuando  $P_{\text{vent}} = 0$ , corresponde a una ventilación espontánea y cuando  $P_{\text{mus}} = 0$ , corresponde a una modalidad controlada. Entre ambos se encuentra el grupo de soportes ventilatorios parciales.

Como es sabido, la ley de Hagen-Poiseuille señala que una disminución relativa del radio ( $r$ ) produce un aumento notable en la resistencia del sistema respiratorio ( $R_{\text{sr}}$ ) (fig. 2). Aquí, la constante de proporcionalidad es una propiedad mecánica del sistema respiratorio que llamamos *resistencia* ( $R = \Delta P/V'$ , donde  $\Delta P$  corresponde al gradiente de presión y  $V'$  al flujo).

$$R = \frac{8 \times Visc \times Long}{\pi \times r^4}$$

Download full-size image

Figura 2. Ley de Hagen-Poiseuille para el cálculo de la resistencia (R). Muestra la relación entre viscosidad (*Visc*), longitud (*Long*), y radio a la cuarta potencia ( $r^4$ ).

Para analizar las *propiedades de estructuras elásticas*, se cuenta con la ley de Hooke, la cual señala que el  $\Delta P$  es proporcional al cambio de volumen ( $\Delta V$ ). La constante de proporcionalidad es la propiedad mecánica del sistema respiratorio que se conoce como *elastancia* del sistema respiratorio ( $E_{sr}$ ), y se define como presión por unidad de volumen (fig. 3A). Habitualmente en la monitorización clínica se utiliza su inversa, la *distensibilidad* ( $C_{sr}$ ) (fig. 3B). Esta propiedad determina el valor de la  $P_{alv}$  en cualquier momento del ciclo respiratorio y es la causa de la fuerza de retracción elástica para la espiración pasiva.

$$A. E_{sr} = \frac{\Delta P}{\Delta V} = \frac{P_m - PEEP_t}{V_c}$$

$$B. C_{sr} = \frac{\Delta V}{\Delta P} = \frac{V_c}{P_m - PEEP_t} = \frac{1}{E_{sr}}$$

Download full-size image

Figura 3. Propiedades mecánicas del sistema respiratorio. A. Ecuación de elastancia del sistema respiratorio ( $E_{sr}$ ). Propiedad mecánica del sistema respiratorio que relaciona cambios de volumen ( $\Delta V$ ) con cambios de presión ( $\Delta P$ ).  $P_m$ : presión meseta;  $PEEP_t$ : presión positiva total al final de la espiración;  $V_c$ : volumen corriente. B. Ecuación de la distensibilidad del sistema respiratorio. La

distensibilidad corresponde a la inversa de la elastancia.  $V_c$ : volumen corriente;  $P_m$ : presión meseta; PEEP<sub>t</sub>: presión positiva total al final de la espiración.

Por último tenemos la *inercia*, que es la resistencia a la deformación del parénquima pulmonar y la pared torácica; en este caso, prácticamente despreciable en la mayoría de las situaciones clínicas.

En conjunto, estas variables constituyen las propiedades mecánicas del sistema respiratorio; por ende, la caracterización de cada ciclo respiratorio (ya sea en magnitud del  $\Delta V$  o  $V'$ , como los cambios de presión de la vía aérea y alveolar) es consecuencia de la interacción de las fuerzas que originan el movimiento de aire y las propiedades mecánicas.

#### Ecuación de movimiento del sistema respiratorio

Como se señaló anteriormente, la presión en el sistema respiratorio en cada momento tiene un componente elástico necesario para la distensión del parénquima pulmonar, un componente de resistencia al avanzar el flujo de aire por la vía aérea y un componente inercial (despreciable para frecuencias respiratorias  $< 1$  Hz).

En la ventilación en modo espontáneo, la presión generada por los músculos respiratorios ( $P_{mus}$ ) es directamente proporcional al volumen corriente ( $V_c$ ), al flujo con que se moviliza dicho volumen, a la resistencia ofrecida por la vía aérea e inversamente proporcional a la  $C_{sr}$ . La interacción anteriormente mencionada se describe en la expresión matemática conocida como *ecuación de movimiento del sistema respiratorio* [Otis, (fig. 1B)], que establece la relación entre la presión en la vía aérea ( $P_{va}$ ), el componente elástico, el de resistencia y el esfuerzo de los músculos inspiratorios<sup>9</sup>. De esta manera, la interacción del ventilador y el paciente está gobernada por dicha ecuación. Por lo tanto, la importancia de la ecuación de movimiento radica en los siguientes puntos:

Expresar el volumen y  $V'$  en cualquier instante de ciclo respiratorio (determinados por la  $C_{sr}$  y  $R_{sr}$ , como ya se detalló).

Señalar la  $P_{mus}$  o del ventilador en un determinado tiempo inspiratorio ( $T_i$ ) a un determinado  $V'$ , para ocasionar un aumento del volumen pulmonar superando la carga ( $C_{sr}$  y  $R_{sr}$ ).

En términos sencillos, a la presión positiva creada por el ventilador se opone otra de diferente magnitud relacionada, por una parte, con la resistencia al flujo aéreo ofrecida por el árbol traqueobronquial [elemento de resistencia, incluida la instrumental (presión transviaérea)] y, por otra, relacionada con el aumento de volumen sobre la capacidad residual funcional (CRF) que corresponde a la fuerza de retracción elástica del parénquima pulmonar y la pared torácica [elemento elástico (presión transtorácica)].

Se debe considerar que en una modalidad ventilatoria parcial o asistida, el trabajo respiratorio es compartido tanto por los músculos respiratorios como por el ventilador mecánico, y este aumenta con la presencia de una presión positiva intrínseca al final de la espiración (PEEPi).

De este modo se pueden identificar las siguientes variables y constantes:

Variables: Presión,  $V'$  y  $V_c$ , las cuales cambian permanentemente (manipuladas por el ventilador).

Constantes:  $C_{sr}$  y  $R_{sr}$ , las que permanecen habitualmente sin variación en el paciente sano.

Independientemente del uso de cualquier modalidad ventilatoria, el operador debe tener en mente que “si el ventilador controla el volumen, se debe monitorizar la presión” o “si el ventilador controla la presión, se debe monitorizar el volumen”.

Técnicas de monitorización:

En la actualidad, es factible disponer de diversas técnicas de monitorización para el paciente con falla respiratoria aguda, aunque todavía existe una falta de consenso con respecto a la correcta priorización de la señal y variable adquirida, el instante (continuo versus intermitente) y la modalidad empleada (estático versus dinámico). Cada una de estas técnicas es de utilidad en situaciones específicas, y presenta potenciales ventajas como también limitaciones (tabla 3).

Tabla 3. Técnicas disponibles para monitorización ventilatoria con sus principales características y limitaciones.

Tabla 3. Técnicas disponibles para monitorización ventilatoria con sus principales características y limitaciones

<b>Técnica de monitorización</b>	<b>Continuo vs. intermitente</b>	<b>Situación específica</b>	<b>Utilidad potencial</b>	<b>Limitaciones</b>
<b>Presiones del ventilador (PIM-regulado por presión - P<sub>m</sub>-regulado por volumen)</b>	Continua	Todos los pacientes en VM	Exactitud del soporte	Menos útil con paciente respirando activamente
<b>Curvas en el ventilador (Presión, flujo, volumen/tiempo)</b>	Continua	Todos los pacientes en VM	Exactitud en los tiempos respiratorios	Hay que saber interpretarlas
<b>Mecánica respiratoria</b>	Intermitente	Pacientes pasivos	Patología obstructiva y restrictiva	Menos confiable con paciente despierto
<b>Curva presión/volumen (estática y dinámica)</b>	Intermitente	Pacientes pasivos	En patología restrictiva	Compleja, necesita sedación y pulmón relativamente homogéneo
<b>Agua extravascular pulmonar</b>	Intermitente	Edema pulmonar	Diagnóstico de edema de alta permeabilidad vascular	Método invasivo
<b>Monitorización hemodinámica</b>	Continua o intermitente	Pacientes con compromiso hemodinámico en VM	Ayuda a entender hipoxemia y sus consecuencias	Más o menos invasivo
<b>Volúmenes pulmonares</b>	Intermitente	Pacientes con patología restrictiva	Evaluación de la ventilación y del reclutamiento	Requiere paciente pasivo
<b>Tomografía impedancia eléctrica</b>	Continua	Pacientes con patología restrictiva	Evaluación de ventilación regional	Necesidad de dispositivo específico

PIM: presión inspiratoria máxima; P<sub>m</sub>: presión meseta; VM: ventilación mecánica

Siempre se debe propender a la monitorización multimodal e, idealmente, evaluar la oxigenación, la eficiencia ventilatoria, la función de la pared del tórax, la interacción paciente-ventilador, la permeabilidad vascular, y específicamente en el paciente con síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), el potencial de reclutamiento alveolar, la sobredistensión y la apertura-cierre cíclico alveolar.

Monitorización del intercambio gaseoso:

Oximetría de pulso. Saturación arterial de oxígeno

La oximetría de pulso ( $SpO_2$ ) es considerada una forma de monitorización imprescindible en todo paciente con alteraciones respiratorias o en riesgo de presentarlas. Sin embargo, su uso no ha demostrado afectar el pronóstico del paciente. Constituye un método no invasivo de monitorización continua de la saturación percutánea de oxígeno ( $SatO_2$ ), cuya utilidad radica en la detección precoz de hipoxemia<sup>10, 11</sup>.

Como es sabido, la hemoglobina oxigenada ( $HbO_2$ ) y la hemoglobina desoxigenada o reducida (Hb) absorben y transmiten determinadas longitudes de onda del espectro luminoso: en torno a 660 nm para la luz roja y en torno a 940 nm para la luz infrarroja. Estas variaciones se miden mediante un sistema pulsátil basado en la ley de Beer-Lambert, que relaciona la intensidad de luz entrante en un medio con la intensidad saliente luego de producida la absorción, en el que se encienden alternativamente dos led (uno para cada longitud de onda). Así, la luz atraviesa el árbol arterial y la  $SpO_2$  se determina por la proporción de luz roja e infrarroja que llega al fotodetector ( $R/Ir$ ), lo que permite estimar la  $SatO_2$  arterial.

Para una óptima interpretación es esencial que la perfusión sea adecuada al igual que las condiciones de luz y temperatura ambiental. Habitualmente, la sensibilidad es mejor con el dispositivo digital que con el auricular; las “falsas” alarmas son muy frecuentes en niños, generalmente por los movimientos corporales.

Este método se destaca por ser de bajo costo, estar ampliamente disponible y presentar escasas limitaciones en la confiabilidad de su información. En cuanto a sus desventajas intrínsecas se encuentran ser insensible a cambios de presión arterial de oxígeno ( $\text{PaO}_2$ ) frente a elevados niveles de esta, y no distinguir entre Hb normal y carboxihemoglobina o metahemoglobina.

En relación con la curva de disociación de la oxihemoglobina, esta es casi lineal cuando la  $\text{SatO}_2$  se encuentra entre el 80-97%. Por tanto, se podría cuantificar la magnitud de la hipoxemia de forma eficaz al utilizar la relación entre la saturación y la fracción inspirada de oxígeno (índice  $\text{SatO}_2/\text{FiO}_2$ ).

Se ha validado la relación entre la  $\text{SatO}_2/\text{FiO}_2$  y la  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  (o índice de Kirby) en una muestra heterogénea de niños críticamente enfermos, y se ha encontrado una fuerte correlación entre ambas<sup>15</sup>, por lo que la  $\text{SatO}_2/\text{FiO}_2$  puede ser utilizada como parámetro diagnóstico no invasivo en el SDRA. Además, cabe mencionar que posee una buena correlación tanto en pacientes adultos como en pediátricos<sup>16</sup>, y que puede ser útil para detectar falla en el uso de ventilación mecánica no invasiva (VMNI).

Finalmente, no debe olvidarse que en el paciente con insuficiencia respiratoria aguda grave, esta técnica no reemplaza a la gasometría arterial. En la tabla 4 se resumen algunas limitaciones de la oximetría de pulso.

Tabla 4. Limitaciones de la oximetría de pulso

- Lapso de tiempo variable (> 15-20 s) para detectar hipoxemia aguda.
- Medida no fiable en situaciones que alteren la perfusión periférica (shock, frío). Mala correlación con  $\text{PaO}_2$  con valores de  $\text{SatO}_2 >97\%$  (posibilidad de hipoxemia inadvertida) y  $\text{SatO}_2 < 80\%$ .
- La presencia de Hb anómalas dan valores no fiables. MetaHb: valores en torno al 85%; COHb: valores de  $\text{SatO}_2$  falsamente elevados.
- Poco fiable para valorar la gravedad inicial de una obstrucción de vías aéreas superiores, por no tener utilidad para detectar hipoventilación



Artefactos: movimiento, colocación inadecuada del sensor, ondas electromagnéticas, excesiva luz ambiental, piel oscura, colorantes empleados para diagnóstico o tratamiento (azul de metileno, verde de indocianina, índigo carmín), ritmos cardíacos irregulares (sobre todo taquiarritmias).

SatO<sub>2</sub>: saturación percutánea de oxígeno; PaO<sub>2</sub>: presión arterial parcial de oxígeno; MetHb: metahemoglobina; COHb: carboxihemoglobina; Hb: hemoglobina.

Espectroscopia de luz en la región cercana al infrarrojo:

La espectroscopia de luz en la región cercana al infrarrojo (*near-infrared spectroscopy*, NIRS) es una modalidad de diagnóstico óptico no invasivo, la cual proporciona información sobre la entrega y demanda de oxígeno. Monitoriza de forma continua, mediante oximetría no pulsátil, la SatO<sub>2</sub> a partir de la fracción de oxihemoglobina y desoxihemoglobina presente en un volumen de tejido<sup>19</sup>. La saturación regional de O<sub>2</sub> (rSO<sub>2</sub>) se obtiene de los registros obtenidos de los electrodos ubicados en el paciente, a partir de la siguiente fórmula:

$$rSO_2 = \frac{H_{\text{boxigenada}}}{(H_{\text{boxigenada}} + H_{\text{b}}_{\text{reducida}})}$$

Las variaciones de rSO<sub>2</sub> reflejan cambios en la demanda o suministro metabólico de la región explorada, lo cual depende del gasto cardíaco (GC) y del contenido arterial de O<sub>2</sub> (CaO<sub>2</sub>). Por tanto, frente a un descenso de la rSO<sub>2</sub> se está ante una disminución en la perfusión o un incremento en la extracción de O<sub>2</sub>. Por lo contrario, valores altos de rSO<sub>2</sub> pueden indicar un incremento de la perfusión o una menor extracción de O<sub>2</sub>. Ambas situaciones pueden revelar estados patológicos aunque, en la clínica, la tendencia sería más útil que el número absoluto.

Aún queda por definir su papel exacto en el cuidado del paciente crítico<sup>21, 22</sup>; sin embargo, puede ser efectivo y beneficioso como monitor hemodinámico.

Gases en sangre arterial:

A pesar de que existen métodos no invasivos para la valoración del intercambio gaseoso, la medición de gases arteriales es fundamental para el diagnóstico y monitorización de la suficiencia del aparato respiratorio en pacientes críticamente enfermos, especialmente en aquellos con riesgo de presentar falla respiratoria. La medición de gases arteriales permite la evaluación de la oxigenación, ventilación y del estado metabólico. Su adecuada interpretación es crucial; sin embargo, se debe considerar que la punción arterial es intermitente y se requiere de la destreza del operador.

Presión parcial de oxígeno en sangre arterial:

Para medir la magnitud de la hipoxemia se han empleado numerosos índices, como gradiente o diferencia alvéolo-arterial de O<sub>2</sub> (DA-aO<sub>2</sub>), índice de Fick (PaO<sub>2</sub>/PAO<sub>2</sub>), PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, contenido arterial de O<sub>2</sub>, entre otros<sup>24</sup>. El de mayor uso es la PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, actualmente incorporada en la definición de SDRA<sup>25</sup>. Esta última varía con la magnitud del corto circuito, la condición hemodinámica del paciente (presión venosa de oxígeno mixta, PvO<sub>2</sub>), el valor de Hb, la diferencia en el contenido arterio-venoso de oxígeno y la FiO<sub>2</sub><sup>26, 27</sup>. Es importante destacar que debe ser evaluada en el contexto del soporte ventilatorio empleado, pues se ve influenciada por el uso de VM y la presión positiva al final de la espiración (PEEP)<sup>27, 28, 29, 30, 31, 32, 33</sup>.

Otro indicador es el índice de oxigenación (IO), el cual señala el “costo de oxigenar” o la intensidad del soporte ventilatorio. Su fórmula ( $IO = [Pmva \times FiO_2 \times 100] / PaO_2$ ) incluye a la presión media de la vía aérea (Pmva), la que mejor se correlaciona con el grado de distensión alveolar y oxigenación (representando adecuadamente la presión media alveolar, salvo en condiciones de aumento de la resistencia de la vía aérea)<sup>34</sup>. En aquellos pacientes sin acceso vascular, se puede utilizar el índice de saturación de oxígeno ( $ISO = [FiO_2 \times Pmva \times 100] / SatO_2$ ) como alternativa para evaluar la magnitud de la hipoxemia<sup>16</sup>.

Cabe señalar que un reciente consenso de daño pulmonar agudo en pediatría recomienda el IO por sobre la PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> como métrica primaria de gravedad para

definir el SDRA pediátrico. Si este no está disponible, se recomienda el uso del ISO para estratificar el riesgo<sup>18</sup>. En la tabla 5 se puede observar la clasificación de la gravedad del SDRA según la PaFi, IO, ISO y SatO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>.

Tabla 5. Clasificación de gravedad en el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) en pediatría según el grado de hipoxia.

Tabla 5. Clasificación de gravedad en el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) en pediatría según el grado de hipoxia

<b>PaFi= PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub></b>	<b>IO= FiO<sub>2</sub> x Pmva/PaO<sub>2</sub></b>	<b>*SF= SatO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub></b>	<b>*ISO= FiO<sub>2</sub> x Pmva/SatO<sub>2</sub></b>
<b>&lt; 100: SDRA grave</b> <b>100-200: SDRA moderado</b> <b>200-300: SDRA leve</b>	> 16: SDRA grave 8-16: SDRA moderado 4-8: SDRA leve	< 264 equivale a PaFi < 300 < 221 equivale a PaFi < 200	>12.3: SDRA grave 7.5-12.3: SDRA moderado 5-7.5: SDRA leve

Estos índices no deben aplicarse a niños con cardiopatía congénita cianógena.

PaFi: cociente presión arterial de oxígeno/fracción inspirada de oxígeno; IO: índice de oxigenación; PaO<sub>2</sub>: presión arterial de oxígeno; FiO<sub>2</sub>: fracción inspirada de oxígeno; Pmva: presión media de vía aérea; SF: cociente saturación de oxígeno/fracción inspirado de oxígeno; ISO: índice de oxigenación en base a saturación.

Ajustar la FiO<sub>2</sub> para obtener una saturación >90% y < 98% para calcular el SF y el ISO.

### Presión parcial de CO<sub>2</sub>

La presión alveolar de CO<sub>2</sub> (PACO<sub>2</sub>) es el parámetro que mejor define el estado de ventilación pulmonar, y depende directamente de la producción de CO<sub>2</sub> e inversamente de la ventilación alveolar. Debido a que el CO<sub>2</sub> se difunde rápidamente a través de la membrana alveolar (veinte veces más que el oxígeno), la PACO<sub>2</sub> está en equilibrio con la presión arterial de CO<sub>2</sub> (PaCO<sub>2</sub>), por lo que se considera a esta última como el medio más sencillo para valorar la ventilación.

### Monitorización transcutánea de CO<sub>2</sub>

La monitorización transcutánea de CO<sub>2</sub> (*transcutaneous carbon dioxide*, tcPCO<sub>2</sub>) nace de la necesidad de valorar continuamente la ventilación alveolar, sin requerir la toma de gases arteriales en forma repetida (procedimiento estándar para su valoración) y como método alternativo, ya que la correlación de la presión parcial de CO<sub>2</sub> al final de la espiración (*end tidal CO<sub>2</sub> concentration*, EtCO<sub>2</sub>) con la PaCO<sub>2</sub> puede verse afectada por varios factores, como alteraciones en la relación ventilación-perfusión (V/Q), utilización de V<sub>c</sub> pequeños, etcétera.

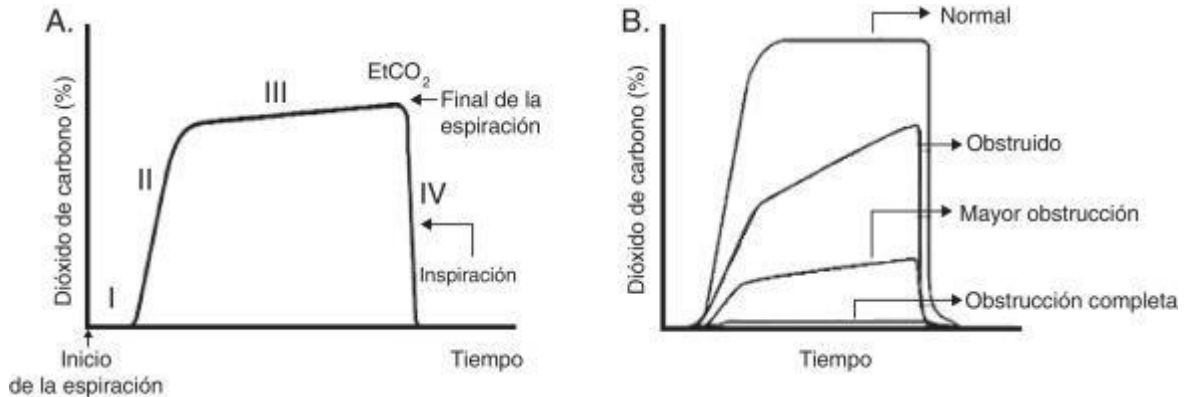
En relación con los aspectos técnicos, los sensores tcPCO<sub>2</sub> calientan la piel a una temperatura de 42-43 °C, lo que da lugar a la vasodilatación del lecho capilar, y conduce a una aproximación de la presión de CO<sub>2</sub> capilar y arterial. Esta vasodilatación facilita, además, la difusión de CO<sub>2</sub> del capilar a la membrana del monitor, resultando en la lectura del tcPCO<sub>2</sub>. El calor aplicado externamente altera la solubilidad del CO<sub>2</sub> en la sangre, y aumenta la tasa metabólica del tejido en aproximadamente 4-5% por cada grado Celsius; por tanto, incrementa la producción local de CO<sub>2</sub>, lo que es corregido mediante el uso de un factor.

Aunque se ha utilizado con mayor frecuencia en el paciente recién nacido, el desarrollo tecnológico ha conducido a su aplicación fuera de la población neonatal, específicamente en la evaluación continua de la ventilación durante la insuficiencia respiratoria en pacientes que requieren ser intubados, así como durante la ventilación de alta frecuencia oscilatoria, donde la vigilancia del EtCO<sub>2</sub> no es factible.

#### Capnografía:

La capnografía es el método estándar que permite monitorizar la eliminación del CO<sub>2</sub> sanguíneo durante el ciclo respiratorio en forma continua y en tiempo real. Su representación gráfica corresponde al capnograma, que entrega información cualitativa acerca de la ventilación y perfusión.

Habitualmente se describen cuatro fases (fig. 4A). La fase III (a menudo referida como meseta) es la que muestra el EtCO<sub>2</sub>, que representa la remoción de CO<sub>2</sub> desde el gas alveolar y entrega una medición indirecta de la PaCO<sub>2</sub>.



[Download full-size image](#)

Figura 4. Gráficas de capnograma. A. Capnograma normal. Fase I: final de la inspiración y comienzo de la espiración (ventilación del espacio muerto). Fase II: rápido ascenso del CO<sub>2</sub> al inicio de la espiración por la eliminación de CO<sub>2</sub> del espacio muerto mezclado con CO<sub>2</sub> alveolar. Fase III: meseta alveolar. Se produce la exhalación del CO<sub>2</sub> proveniente de los alvéolos. Alcanza un pico donde la presión parcial de CO<sub>2</sub> es máxima. Fase IV: la presión parcial de CO<sub>2</sub> decrece rápidamente al comienzo de la inspiración. PCO<sub>2</sub> corresponde a la presión parcial de CO<sub>2</sub> y EtCO<sub>2</sub> (*end tidal CO<sub>2</sub> concentration*) a la presión parcial de CO<sub>2</sub> al final de la espiración. B. Cambios de morfología del capnograma y del porcentaje de dióxido de carbono en el tiempo según la magnitud de obstrucción de la vía aérea.

La diferencia normal entre la PaCO<sub>2</sub> y la EtCO<sub>2</sub> (gradiente arterio-alveolar de CO<sub>2</sub>, a-ACO<sub>2</sub>) es de 2-3 mmHg (PaCO<sub>2</sub> 40 mmHg y PACO<sub>2</sub> 37-38 mmHg). Cuando existe una adecuada ventilación y perfusión pulmonar, la a-ACO<sub>2</sub> es pequeña, por lo tanto la EtCO<sub>2</sub> puede ser utilizada para monitorizar al paciente ya que refleja la PaCO<sub>2</sub>.

Se debe recordar que la heterogeneidad pulmonar crea diferencias regionales en las concentraciones de CO<sub>2</sub>, y que los gases provenientes de zonas con una

elevada V/Q son los primeros en aparecer en la vía aérea superior durante la exhalación. Este vaciamiento secuencial contribuye al incremento de la pendiente de la meseta alveolar. A mayor heterogeneidad V/Q es más pronunciada la pendiente de la meseta alveolar (forma de “aleta de tiburón”), y se correlaciona con la gravedad de la obstrucción de la vía aérea<sup>37</sup> (fig. 4B). El gradiente entre PaCO<sub>2</sub> y EtCO<sub>2</sub> es mayor en pacientes con SDRA y se correlaciona con los distintos niveles de espacio muerto fisiológico<sup>38</sup>. Además de la monitorización ventilatoria, la capnografía se puede utilizar para asegurar la correcta intubación endotraqueal.

Capnografía volumétrica. Cálculo del espacio muerto:

A diferencia de la capnografía estándar, la capnografía volumétrica (CV) permite medir el volumen de CO<sub>2</sub> espirado en el V<sub>c</sub> (mediante el cual se puede calcular el espacio muerto respiratorio), ajustar un PEEP óptimo (obteniendo de esta forma una mejor oxigenación) y valorar la ventilación y perfusión pulmonar, que pueden variar en cada ciclo respiratorio y cardiaco, de forma dinámica. Se debe considerar, en general, que el niño con SDRA presenta un incremento del espacio muerto<sup>39</sup>, y que su fracción alveolar (V<sub>d<sub>alv</sub></sub>) correlaciona con la mortalidad, por lo que se le ha dado un valor pronóstico. En relación con las ventajas y aplicaciones clínicas, estas son las mismas de la capnografía estándar.

La CV es considerada el estándar de oro para la evaluación de la eficacia de la ventilación alveolar a la cabecera del enfermo, ya que es la manera más simple y efectiva de monitoreo en los pacientes con lesión pulmonar grave.

En la tabla 6 se resumen las técnicas de monitorización del intercambio gaseoso que se han mencionado.

Tabla 6. Técnicas y parámetros de monitorización del intercambio gaseoso

Técnica/parámetro	Situación específica	Ventajas	Limitaciones
Oximetría pulso (SatO <sub>2</sub> )	• Todos	• Detección de hipoxemia	• Mala interpretación en • Choque séptico

Técnica/parámetro	Situación específica	Ventajas	Limitaciones
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración de la circulación periférica</li> <li>• Carboxi/metahemoglobinemia</li> </ul>
<b>NIRS (rStO<sub>2</sub>)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perioperatorio</li> <li>• Cuidados intensivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorización no invasiva del VO<sub>2</sub> y función microcirculatoria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstrucción flujo arteria radial</li> <li>• Entrega información sólo a nivel local</li> </ul>
<b>Gases arteriales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnóstico y monitorización del sistema respiratorio y metabólico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La toma de reiteradas muestras</li> </ul>
<b>Capnografía (EtCO<sub>2</sub>)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorizar vía aérea y ventilación</li> <li>• Detectar hipo e hiperventilación (transporte)</li> <li>• Problemas obstructivos</li> <li>• Neuromonitorización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información cuantitativa y cualitativa</li> <li>• Exactitud del soporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excesiva fuga por TET</li> </ul>
<b>CO<sub>2</sub> transcutáneo (TcPCO<sub>2</sub>)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorización no invasiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos relativamente altos</li> </ul>
<b>Capnografía volumétrica (EtCO<sub>2</sub>)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SDRA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo del espacio muerto</li> <li>• Ajuste de la PEEP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis complejo</li> </ul>

Se señalan las situaciones en las que se utilizan, además de ventajas y limitaciones. SatO<sub>2</sub>: saturación de oxígeno; VO<sub>2</sub>: consumo de oxígeno; NIRS: (*near-infrared spectroscopy*) espectroscopia cercano al infrarrojo; EtCO<sub>2</sub>: (*end tidal CO<sub>2</sub> concentration*) presión parcial de CO<sub>2</sub> al final de la espiración; TEC: traumatismo encéfalo craneano; TET: tubo endotraqueal; TcPCO<sub>2</sub>: presión parcial transcutánea de CO<sub>2</sub>; SDRA: síndrome de dificultad respiratoria aguda; PEEP: (*positive end expiratory pressure*), presión positiva al final de la espiración.

### Mecánica respiratoria:

No solo la exploración clínica permanente y la monitorización del intercambio gaseoso son esenciales para el control del paciente en asistencia ventilatoria invasiva sino también la monitorización de la mecánica respiratoria, la cual debe

ser un componente integral de la atención diaria. La medición de esta se puede efectuar en el paciente en condiciones estáticas (técnicas de oclusión) o dinámicas (sin interrupción del flujo).

Los avances tecnológicos en el campo de la VM permiten disponer de una amplia variedad de parámetros y gráficas en tiempo real, que generan una monitorización más precisa del paciente, lo que ayuda a minimizar las complicaciones, optimizar la sincronía paciente-ventilador y, finalmente, mediante su correcta interpretación, lograr diagnósticos más precisos, y por ende enfoques terapéuticos más adecuados.

#### Monitorización de las presiones de vía aérea

##### Presión inspiratoria máxima:

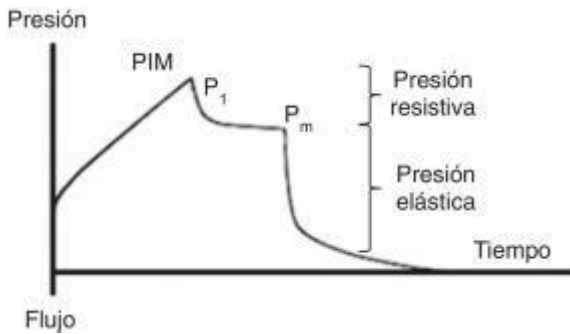
La presión inspiratoria máxima (PIM) es la presión máxima registrada al final de la inspiración, y resulta de la resistencia friccional de la vía aérea. Entre sus factores determinantes se encuentran los siguientes: flujo, resistencia [incluido el tubo endotraqueal (TET)] y  $C_{sr}$ .

Su valor no debe exceder los 30-35 cmH<sub>2</sub>O. Por tanto, ante altas presiones, se debe descartar un problema obstructivo relacionado ya sea con el paciente (broncoespasmo, secreciones), con la tubuladura (tapón, torsión), o con el uso de un flujo inspiratorio excesivo, lo que afecta significativamente el valor de la PIM.

##### Presión meseta:

Para la evaluación de la presión meseta ( $P_m$ ) se requiere una pausa al final de la inspiración (flujo 0, equilibrio de presiones en la vía aérea), usualmente de 0.2 a 2 s, lo que ocasiona que el volumen de aire entregado se mantenga y distribuya homogéneamente en relación con las fuerzas viscoelásticas del pulmón. Esto origina un descenso en la presión de la vía aérea que crea una meseta ( $P_m$ ) antes de caer a la presión basal. Para ello, el paciente debe estar bien adaptado al ventilador y sin un esfuerzo ventilatorio significativo.





1. Download full-size image

Figura 5. Curva presión-tiempo en modalidad controlada por volumen. Se diferencian los componentes resistivos y elásticos del pulmón. PIM corresponde a la presión inspiratoria máxima,  $P_1$  a una caída rápida de la presión luego de una oclusión y  $P_m$  a la presión meseta.

Se debe considerar que la  $P_m$  está influenciada por el  $V_c$ , la  $C_{sr}$ , y el PEEP total, y representa la presión de retracción elástica del sistema respiratorio (pulmón y pared del tórax) al final del ciclo inspiratorio. Permite el cálculo de la  $C_{sr}$  estática y se debe evaluar reiteradamente durante las primeras horas de conexión a VM. Su valor se localiza por debajo de la PIM y debe ser menor a  $30 \text{ cmH}_2\text{O}^{43}$ ; valores superiores sugieren un deterioro en la  $C_{sr}$  que amerita evaluación.

Como se ha señalado, la  $C_{sr}$  se calcula fácilmente como la razón entre el  $V_c/(P_m - \text{PEEP})$ . Una disminución de esta (alta elastancia), como la que se observa en el SDRA, representa un escaso tejido pulmonar disponible para la ventilación, reflejando la dependencia  $V_c - C_{sr}^{44}$ . Entonces, ante una baja  $C_{sr}$ , se apreciará una elevación de la  $P_m$  o del PEEP [limitación del flujo o hiperinsuflación dinámica (HID)].

Presión de distensión:

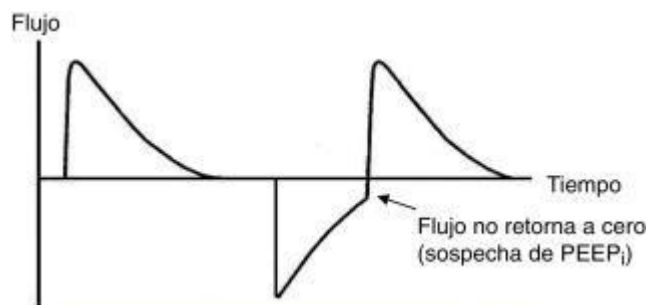
La presión de distensión o gradiente de presión ( $\Delta P$ ) es la diferencia entre la presión alveolar al final de la inspiración ( $P_m$ ) y el PEEP ( $\Delta P = P_m - \text{PEEP}$ ). Esta definición es independiente de la modalidad ventilatoria.

Durante la ventilación controlada por volumen, el valor de la  $\Delta P$  dependerá del  $V_c$  y de la elastancia de la pared torácica. La  $\Delta P$  se acerca bastante a la presión transpulmonar ( $P_{tp}$ ); sin embargo, en ausencia de actividad ventilatoria, la presión transpulmonar siempre es inferior a la  $\Delta P$ . Así, la  $\Delta P$  tiene relación directa con el  $V_c$  y la  $P_{tp}$ ; por tanto, su importancia radica en que es una medida de control (o límite) de las presiones aplicadas sobre la vía aérea para prevenir el daño asociado con la ventilación.

Mientras no se logre definir en forma más individualizada la terapia ventilatoria, es muy importante que la presión de distensión o diferencial sea, en lo posible, menor de 15 cmH<sub>2</sub>O.

#### Curvas presión-tiempo y flujo-tiempo

Se recomienda la monitorización de las curvas presión-tiempo (fig. 5) y flujo-tiempo (fig. 6) para detectar la limitación del flujo espiratorio o asincronía paciente-ventilador, y manejar la precisión de los tiempos respiratorios.

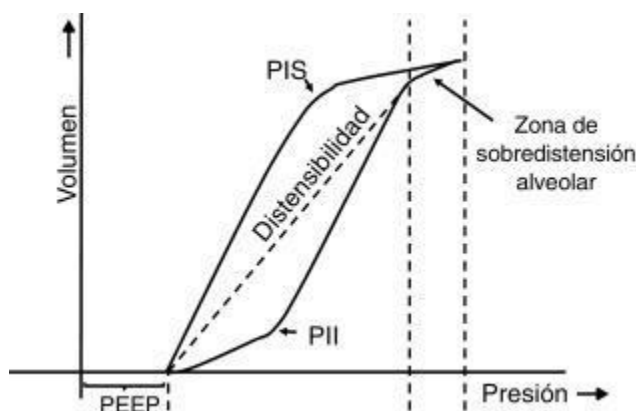


#### 1. Download full-size image

Figura 6. Curva de flujo-tiempo, atrapamiento aéreo. En la fase espiratoria de la curva de flujo-tiempo se muestra que el flujo no alcanza el eje de las abscisas, por lo que se debe sospechar la presencia de presión positiva intrínseca al final de la espiración (PEEPi).

#### Lazo presión-volumen

El lazo estático presión-volumen (P/V) entrega información completa de las propiedades mecánicas del sistema respiratorio. Se obtiene mediante la representación gráfica del volumen pulmonar para una presión determinada en ausencia de flujo en la vía aérea; es decir, prescindiendo del componente resistivo. De esta forma, la presión medida es la verdadera presión de retroceso elástico del parénquima pulmonar, lo que permite guiar la terapia ventilatoria (estimación de la  $C_{sr}$  y ajuste de la PEEP). En la figura 7 se muestran los componentes del lazo P/V: histéresis, puntos de inflexión superior (PIS) e inferior (PII)<sup>44, 45, 46</sup> y distensibilidad<sup>47</sup>. Cabe señalar que el reclutamiento alveolar se produce en un tramo de este lazo<sup>48, 49</sup>, que el reclutamiento y desreclutamiento ocurren simultáneamente y que, además, la PEEP óptima debe evaluarse en la rama espiratoria.



1. Download full-size image

Figura 7. Lazo estático presión-volumen (P/V). Se representa el lazo estático P/V en pacientes con SDRA. Se puede observar la histéresis del sistema respiratorio, la que genera que el recorrido de la curva sea diferente en la inspiración y la espiración. Es decir, “la presión de la vía aérea necesaria para abrir los alvéolos es mayor que la necesaria para mantenerlos abiertos una vez que han sido reclutados”. Además, se pueden observar los puntos de inflexión superior (PIS) e inferior (PII), los cuales permitirían estimar la presión positiva al final de la espiración (PEEP) y el volumen corriente ( $V_c$ ) óptimos.

Finalmente, en el paciente con SDRA existe escasa evidencia concluyente referente al cambio de pronóstico con el uso del lazo P/V50, 51, 52, puesto que no es fácil de medir en clínica y su interpretación clásica ha sido cuestionada en diversos modelos matemáticos.

Asincronía paciente-ventilador:

La asincronía o disincronía se puede observar en un paciente con alta demanda ventilatoria (SDRA grave), o también en aquel sin gran patología pulmonar pero con una complicación aguda, como en la obstrucción del TET. Esta se clasifica según la fase en la que ocurre: al inicio (disparo), en la fase inspiratoria (generación de flujo), en el punto de ciclado o al final de la espiración.

En la asincronía de inicio o disparo se puede encontrar lo siguiente:

Disparo inefectivo. Se encuentra relacionado con un aumento en el tiempo de la VM y con una menor probabilidad de éxito en el destete. En este caso, el paciente intentará gatillar pero no será capaz de llegar al umbral programado, generando de esta forma un aumento en el trabajo respiratorio. Una causa común por lo que surge la asincronía es un inicio inefectivo resultante de la presencia de PEEP<sub>i</sub>. El análisis de la curva de flujo mostrará un elevado flujo inicial, y luego la interrupción del mismo que no alcanza el eje de las abscisas, revelando así la presencia de volumen aéreo atrapado (fig. 6)

Doble disparo. De esta forma se recibe el doble del V<sub>c</sub>. Esto puede originarse por una alta demanda ventilatoria por parte del paciente, o un T<sub>i</sub> inapropiado.

Autodisparo. El ventilador inicia una respiración no gatillada por el paciente.

El origen de esto puede ser agua en el circuito, nebulizaciones o bajo disparo, entre otras causas.

La asincronía de flujo se produce cuando el ventilador entrega un flujo insuficiente para la demanda del paciente. En el caso de un flujo

demasiado bajo para el paciente, se puede observar una caída durante la inspiración en la curva de presión. En situaciones en que el flujo se encuentre muy alto, en la curva de presión se observará un pico al inicio<sup>53</sup>,  
54.

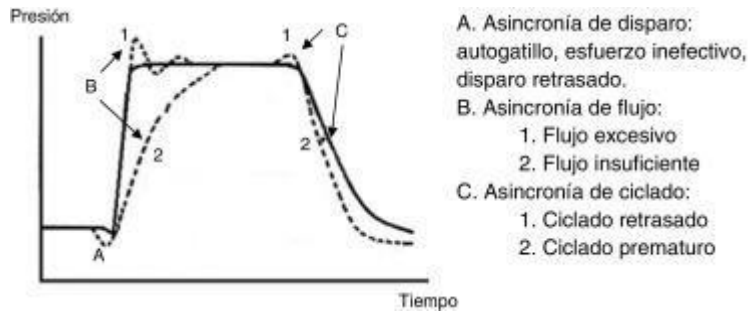
En la asincronía en el ciclado se pueden encontrar dos causas; una es un ciclo prematuro, el cual se produce cuando el  $T_i$  programado es demasiado corto para el paciente, por lo tanto el esfuerzo inspiratorio puede estar aún presente cuando ha terminado el  $T_i$ . En estos casos, el paciente puede generar presión negativa y activar el disparo generando un doble inicio.

La segunda causa es un ciclo retrasado: el  $T_i$  programado es demasiado largo para el paciente, por tanto, acaba la inspiración antes que el ventilador cicle, o se produce activación de los músculos espiratorios cuando el respirador todavía está entregando el volumen inspiratorio.

La asincronía al final de la fase espiratoria puede ocurrir en condiciones en las que se produce un retraso en la relajación muscular espiratoria antes de la siguiente inspiración, o una superposición entre la actividad muscular inspiratoria y espiratoria. Estas condiciones son verificadas con mediciones neuronales, por lo que no se pueden evaluar a partir de la gráfica ventilatoria.

De lo anterior se desprende que el reconocimiento de la asincronía paciente-ventilador es trascendente, y abarca tanto la observación del paciente (ansiedad, diaforesis, etcétera) como las curvas del ventilador, ya que puede ocasionar HID y retardo del destete ventilatorio, entre otras complicaciones.

En la figura 8 se grafica curva presión-tiempo con los tipos de asincronía paciente-ventilador y en la tabla 7 principales complicaciones derivadas de esta misma.



[Download full-size image](#)

Figura 8. Curva presión-tiempo. Tipos de asincronía paciente-ventilador según el momento del ciclo donde se producen.

Tabla 7. Principales complicaciones derivadas de la asincronía paciente-ventilador

Aumento del trabajo respiratorio

Lucha del paciente con el ventilador

- Incomodidad del paciente

Aumento de los requerimientos de sedación y bloqueo neuromuscular

- Disfunción de la musculatura respiratoria: “daño muscular”
- Ventilación inefectiva, hipoxemia, hipercapnia
- Sobredistensión pulmonar e hiperinsuflación dinámica
- Ansiedad para los padres o familiares
- Retardo del destete
- Prolongación de la VM
- Prolongación de la estancia en UCIP (aumento de riesgos infecciosos y costos)
- Complicaciones neuromusculares secundario a la inmovilidad prolongada

Presión intraabdominal:

La presión intraabdominal (PIA) corresponde a la presión dentro de la cavidad abdominal, y está determinada por tres factores: el índice de masa corporal, la posición del paciente y la resistencia ejercida por la pared abdominal (que varía según los movimientos respiratorios).

Se debe considerar que durante la respiración espontánea la PIA es subatmosférica; en cambio, cuando el paciente se encuentra ventilado, esta es levemente positiva.

Estudios han señalado que al estimar la hipertensión intraabdominal mediante la palpación existe una sensibilidad de solo el 40%. En el trabajo de Van Mieghem y colaboradores<sup>56</sup> se encontró una pobre correlación entre la PIA y el perímetro abdominal; por tanto, frente a un leve aumento de esta presión, se podría estar en ausencia de signos clínico diagnosticarla.

Es importante considerar que frente a un aumento de la PIA se generarán, en forma pasiva, fenómenos tales como desplazamiento del diafragma (transmitiendo dicha presión hacia los lóbulos pulmonares inferiores, modificando la mecánica toracopulmonar y originando una disminución en la  $C_{sr}$ ); reducción en el impacto de la  $P_{tp}$ , como fuerza de apertura alveolar y prevención de cierre por transmisión de la presión abdominal a la cavidad pleural; y por último se observará una reducción de la CRF, alteraciones de la V/Q y aumento de la fracción del corto circuito pulmonar. A lo anterior se suma la activación de neutrófilos pulmonares, generando infiltrado inflamatorio y edema alveolar asociado con atelectasias por compresión, resultando en una VM prolongada y un destete ventilatorio difícil. En general, estas alteraciones ocurren con  $PIA \geq 15$  mmHg.

Se recomienda monitorizar la PIA en todo paciente en quien se sospeche hipertensión intraabdominal, especialmente en aquel que ha recibido una agresiva reanimación con fluidos.

Presión transpulmonar y presión esofágica:

La  $P_{tp}$  se define como la diferencia entre la  $P_{alv}$  y la presión pleural ( $P_{pl}$ ), ( $P_{tp} = P_{alv} - P_{pl}$ ), y es la fuerza que distiende al pulmón (equivalente al estrés); por tanto, es la principal determinante de la magnitud de deformación del parénquima pulmonar (estiramiento). Teóricamente, por medio de su medición, se puede otorgar un soporte ventilatorio más racional y limitar el daño pulmonar inducido por la VM<sup>61</sup>.

Una estimación de la  $P_{tp}$  puede ser posible en la clínica, reemplazando la  $P_{alv}$  y la  $P_{pl}$  por la medición de la  $P_{va}$  y la presión esofágica ( $P_{es}$ ).

En posición vertical, la  $P_{es}$  es comparable con la  $P_{pl}$ , aunque existe cuestionamiento si efectivamente puede aproximarse en un paciente en posición supina o prona. Además, en su medición no se considera la elastancia propia del esófago.

Estudios experimentales en modelos caninos de SDRA han demostrado una buena correlación entre los cambios de la  $P_{pl}$  (valores relativos) y la  $P_{es}$  para diversas regiones del pulmón<sup>58</sup>. Los autores sugieren monitorizar la  $P_{tp}$  con el uso de la  $P_{es}$  solamente en determinadas situaciones clínicas (paciente obeso o con hipertensión abdominal, con SDRA grave y  $P_m >30$  cmH<sub>2</sub>O). Actualmente, solamente existen escasas publicaciones que evalúan su empleo habitual en el paciente ventilado.

## Volúmenes pulmonares

### Volumen corriente:

La limitación del  $V_c$  y del volumen minuto ( $V_c \times$  frecuencia respiratoria) ha sido objeto de discusión e investigación en la última década debido a su relación con la generación de daño inducido por VM. La recomendación para pacientes adultos, basada en múltiples estudios, es limitar el  $V_c$  de 6 a 8 ml/kg de peso corporal ideal, independientemente de la patología. En pediatría no existe evidencia en relación con esto; sin embargo, se sugiere imitar esta conducta, con el objetivo de disminuir el reclutamiento-desreclutamiento asociado con el uso de volúmenes altos, y la consecuente liberación de mediadores proinflamatorios.

### Volumen pulmonar de fin de espiración:

El volumen pulmonar de fin de espiración (*end-expiratory lung volume*, EELV) corresponde a la CRF en presencia de PEEP. Se evalúa en la fisiología clásica con la dilución de helio, técnica que es su estándar de oro; sin embargo, es



compleja y no está ampliamente disponible. La tomografía computarizada de tórax es probablemente el estándar para medirlo en el paciente en VM. Otro método alternativo es el lavado de nitrógeno “modificado”<sup>64</sup>.

Sus aplicaciones clínicas potenciales están en la evaluación del reclutamiento alveolar<sup>65</sup> y el uso de una ventilación protectora<sup>66, 67</sup>.

Es importante recordar que la PEEP promueve el reclutamiento del tejido pulmonar no aireado, y por tanto incrementa el EELV, pero esto debe diferenciarse de la distensión de unidades alveolares ya ventiladas. Por consiguiente, en un pulmón con un bajo potencial de reclutamiento, el incremento del PEEP producirá sobredistensión del tejido alveolar. En cambio, en un paciente con un alto potencial de reclutamiento frente a un incremento del EELV, el  $V_c$  se distribuirá de forma más homogénea en el tejido alveolar con la consiguiente limitación del estiramiento (ventilación protectora). Así, un método para evaluar la cantidad de pulmón reclutado podría mejorar el manejo ventilatorio del paciente, adaptando el PEEP a sus necesidades individuales.

Debido a razones principalmente técnicas, la medición de EELV no se monitoriza rutinariamente puede medirse y monitorizarse al lado de la cama del paciente por medio de la técnica de termodilución transpulmonar, la cual está incorporada en el sistema gasto cardíaco por análisis del contorno de la onda de pulso (PiCCO, *pulse index contour cardiac output*). Este sistema tiene la capacidad de medir pequeños incrementos (10-20%) del EVLW demostrando una alta exactitud, lo que permite detectar un edema pulmonar incipiente. El valor obtenido en el sistema PiCCO se indexa en relación con el peso corporal [EVLWI, *extravascular lung water index (ml/kg)*]. Su uso, en combinación con otros parámetros cardiovasculares y pulmonares, permite diferenciar entre un edema hidrostático y de permeabilidad. En la práctica clínica.

Agua extravascular pulmonar

El edema pulmonar puede ser cuantificado mediante la medición del agua extravascular pulmonar (*extravascular lung water, EVLW*). El líquido extravascular puede estar presente en el intersticio y el compartimiento alveolar.

Se debe considerar que la sobrecarga de fluidos es un factor de riesgo de mortalidad en el niño críticamente enfermo; por tanto, el uso de una herramienta que permita detectar y cuantificar la existencia de edema pulmonar puede ser ventajoso.

Tabla 8. Fundamentos, ventajas y limitaciones de los estudios de imagen más relevantes a considerar en el paciente con ventilación mecánica

<b>Técnica</b>	<b>Medición</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Limitaciones</b>
<b>Radiografía de tórax</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnóstico</li> <li>• Evaluación de gravedad</li> <li>• Detección de barotrauma</li> <li>• Ubicación de dispositivos invasivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variabilidad interobservador</li> </ul>
<b>Tomografía computarizada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Densidades pulmonares (aire/tejido) (indirectamente)</li> <li>• Distribución del aire</li> <li>• Evalúa homogeneidad pulmonar y potencial de reclutamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preciso</li> <li>• Estándar de oro para la investigación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte del paciente</li> <li>• Exposición a radiación</li> <li>• Discontinuo</li> <li>• Proceso complejo de análisis de datos</li> </ul>
<b>Ecografía pulmonar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relación aire/agua pulmonar</li> <li>• Agua extravascular pulmonar</li> <li>• Presencia de neumotórax</li> <li>• Ajuste de PEEP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo costo</li> <li>• Al lado del paciente</li> <li>• No invasiva</li> <li>• Diagnóstico etiológico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menos preciso que tomografía computada</li> <li>• Necesita curva de aprendizaje para algunas aplicaciones</li> <li>• Formación de artefacto por mecanismos no</li> </ul>

<b>Técnica</b>	<b>Medición</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Limitaciones</b>
			conocidos • Uso principal en investigación
<b>Tomografía impedancia eléctrica</b>	• Variaciones de la impedancia eléctrica • Distribución de la ventilación (indirectamente)	• Monitorización en tiempo real y continua	• Baja resolución espacial • Uso principal en investigación
<b>Ecografía diafragmática</b>	• Grosor del diafragma • Mecánica diafragmática • Estimación del trabajo respiratorio	• Monitorización no invasiva	• No es siempre fácil de realizar, especialmente al lado izquierdo

PEEP: presión positiva al final de la espiración.

## Estudios de imagen

En la actualidad se cuenta con diversos estudios de imagen que facilitan el quehacer diario del equipo de intensivo. A continuación se describen aquellos más relevantes (tabla 8).

Tabla 8. Fundamentos, ventajas y limitaciones de los estudios de imagen más relevantes a considerar en el paciente con ventilación mecánica

### Radiografía:

Se recomienda el uso de esta técnica para apoyar el diagnóstico, evaluar la progresión clínica y detectar situaciones adversas como desplazamiento del TET y verificación de la posición de vías centrales, sondas de alimentación, entre otros.

### Ecografía pulmonar:

El ultrasonido es una herramienta no invasiva, no ionizante, útil para la evaluación de la patología pulmonar en tiempo real al lado de la cama del paciente.

Recientemente, se ha incrementado su uso en niños para el estudio de patologías del pulmón, pleura y diafragma. La ventaja en este grupo de pacientes se origina

en la falta de osificación, tanto de cartílagos costales y esternón, y en la menor capa de tejido adiposo subcutáneo, proporcionando de esta manera una ventana acústica ideal.

Destaca frente a la radiografía básicamente por la ausencia de radiaciones ionizantes, la accesibilidad de los equipos y la valoración en tiempo real. En cuanto a la clínica, se ha descrito su superioridad sobre la radiografía para el diagnóstico<sup>75</sup> y cuantificación de neumotórax.

En pacientes con SDRA, adultos y pediátricos, se ha utilizado para evaluar reclutamiento pulmonar; sin embargo, una limitación relevante es que no permite reconocer la hiperinsuflación pulmonar, por lo cual no debe ser empleada como un método exclusivo para la titulación del PEEP.

Tomografía computarizada:

Su utilidad clínica consiste en guiar una estrategia protectora para la VM en pacientes con falla respiratoria grave, permitiendo evaluar la magnitud de la superficie disponible para el intercambio gaseoso<sup>79</sup> y el potencial de reclutamiento alveolar.

Según los expertos, la TAC aún debe considerarse el estándar de oro para la investigación pero no para el uso clínico rutinario, dadas las limitaciones prácticas que implica<sup>80</sup>, como el alto costo, la falta de disponibilidad, la mayor radiación y la dificultad para el transporte del paciente fuera de la unidad.

Tomografía de impedancia eléctrica

La tomografía de impedancia eléctrica (TIE) es una herramienta que permite una monitorización no invasiva y en tiempo real mediante el uso de imágenes que representan cambios de impedancia ( $\Delta Z$ ) regional pulmonar, que están directamente correlacionadas con cambios regionales de volumen ( $\Delta Z \approx V_c$ ). Los datos son obtenidos desde un cinturón con electrodos instalado a nivel torácico, produciendo una imagen que representa las áreas en las cuales ocurrió un cambio

de impedancia. Así, mediante criterios topográficos, el clínico puede diferenciar entre regiones no aireadas e hiperinsufladas, lo que permite evaluar tanto la efectividad de una maniobra de reclutamiento alveolar como la ventilación protectora (evidenciado en modelos animales con SDRA) y monitorizar la redistribución del  $V_c$ , logrando así un ajuste dinámico de la terapia ventilatoria.

En la actualidad persisten problemas derivados de la variabilidad anatómica de la caja torácica, su baja resolución espacial, el hecho de evaluar solo un nivel del tórax y cómo transformar la impedancia en una señal de volumen. No obstante, se espera que, en un futuro, su uso en la clínica permita emplearla como una herramienta tanto cualitativa (visualizar la ventilación regional) como cuantitativa (estimar el impacto terapéutico) en el paciente pediátrico mecánicamente ventilado.

Biomarcadores:

Si bien es conocido el uso de la broncoscopia con lavado broncoalveolar (LBA) para propósitos de estudio y rescate bacteriológico en el paciente con SDRA, la evaluación citológica y de biomarcadores de inflamación, coagulación y fibrinólisis está generalmente reservada para investigación clínica. No siempre es posible efectuar un LBA, pues se requiere entrenamiento y se puede asociar con el desarrollo de hipoxemia o inestabilidad hemodinámica.

Se han sugerido diversas proteínas como marcadores en pacientes con SDRA, empleando niveles sistémicos de proteínas pulmonares como marcadores de inflamación alveolar, y describiendo su correlación con el pronóstico y daño inducido por VM. Asimismo, ciertos mediadores de activación endotelial como la angiopoyetina-2 (Ang-2) y el factor von Willebrand (FvW) se han descrito como marcadores de susceptibilidad y gravedad. Por último, cabe mencionar que los niveles de fibrocitos en el LBA se han correlacionado con el pronóstico del paciente

En la actualidad, el uso de biomarcadores que entreguen información confiable para estratificar riesgo, ayudar al diagnóstico, entregar información pronóstica y guiar el manejo clínico se encuentra en plena etapa de investigación.

Con base en lo anterior, se pueden concretar las siguientes conclusiones:

Cada paciente ingresado a una unidad de cuidados intensivos requiere de monitorización respiratoria. El tipo a emplear dependerá de la patología y fisiopatología que lo caracterice.

El médico debe conocer el potencial y la limitación de cada técnica y maniobra de monitorización, con el objetivo de elegir la más adecuada para cada paciente.

En el caso de necesitar soporte ventilatorio, una oportuna y adecuada monitorización debe considerarse como la forma de lograr individualizar la prescripción, y debe ser de carácter multimodal dada la superposición de fenómenos fisiológicos.

Se recomienda la utilización de la relación  $PaO_2/FiO_2$  para diagnosticar SDRA pediátrico en pacientes conectados a VMNI. Si no se encuentra disponible, se sugiere el uso de la  $SatO_2/FiO_2$ . En el caso de pacientes en VM invasiva, se recomienda el empleo del IO por sobre la  $PaO_2/FiO_2$  como métrica primaria de gravedad para definir el SDRA pediátrico. Si este no está disponible, se aconseja el uso del ISO para estratificar el riesgo.

Se recomienda la monitorización continua del  $V_c$  exhalado y de la presión inspiratoria (PIM en modos presométricos y  $P_m$  en volumen control) durante la VM invasiva en niños con SDRA, para prevenir la ventilación nociva. Esta última debe interpretarse con cautela en pacientes con sospecha de distensibilidad torácica anormal o ventilación espontánea.

Se sugiere la monitorización continua del  $V_c$  exhalado y de la presión inspiratoria, además de la entrega de oxígeno,  $C_{sr}$  y hemodinamia a medida que se incrementan los niveles de PEEP. Asimismo, se debe considerar la  $\Delta P$ , ya que tiene relación directa con el daño inducido por VM.

Finalmente, no existe ninguna modalidad de monitorización que mejore por sí sola el pronóstico del paciente, pues este dependerá de un adecuado tratamiento basado, a su vez, en la correcta utilización de la información recibida.

#### **4.4. PROCEDIMIENTO PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LECHE MATERNA Y DE FÓRMULAS LÁCTEAS EN LA UNIDAD DE RECIÉN NACIDOS**

Procedimiento de administración de leche a recién nacidos con aparato correspondiente.

Objeto de la invención

La invención se encuentra en el sector técnico de la lactancia materna y concretamente en madres con dificultad para dar de lactar por causas fisiológicas, bien por parte de la madre o del niño.

Estado de la técnica

Para conseguir una buena lactancia materna está desaconsejado el biberón, ya que es diferente el procedimiento que emplean los bebés para mamar del pezón de la madre que de la tetilla del biberón. Por ello, las técnicas recomendadas para enganchar al bebé se fundamentan en suministrar el calostro o la leche de la madre utilizando un pequeño vaso, una cucharita o una jeringuilla, con el objeto de depositar la leche en la boca del bebé.

Problema técnico

Se necesita una técnica en la que el bebé mame de la teta para iniciar el proceso más importante de la lactancia: la segregación de la hormona Prolactina en la madre, que es la encargada de producir la leche. Para estimular la producción de esta hormona se necesita la succión del bebé.

#### Descripción de la técnica

La técnica consiste en utilizar un tubo flexible hueco de aproximadamente 15 cm. de largo y 6 mm. de diámetro conectada al pico cónico de un tubo cilíndrico con émbolo, que actuará como el depósito de leche o calostro.

Fijaremos el aparato en el pecho de la madre con dos trozos de cinta adhesiva, de forma que el extremo no conectado del tubo flexible hueco quede a 1 o 2 cm. del pezón de la madre, de este modo, evitaremos incomodar al bebé cuando esté mamando. A continuación, colocaremos al bebé en posición de amamantamiento, de modo que el extremo no conectado del tubo flexible hueco entre por la comisura del labio de su boca. Seguidamente empezaremos a depositar una pequeña cantidad de leche en su boca presionando el émbolo del tubo cilíndrico terminado en pico cónico, y entonces, el bebé iniciará una deglución seguida de varias succiones. Este proceso se repetirá hasta que el bebé comience a amamantar.

#### **4.5. PROCEDIMIENTO: CAMBIOS DE POSICIÓN AL RECIÉN NACIDO.**

Los recién nacidos prematuros están expuestos durante largo tiempo a factores estresantes en las unidades de cuidados intensivos neonatales. Los Cuidados Centrados en el Desarrollo y la Familia son un modelo de atención que individualiza los cuidados según las necesidades de cada niño. Una de sus estrategias para disminuir tanto el estrés como posibles problemas secundarios a la mala posición, es el cuidado postural. Los profesionales que trabajamos con ellos poseemos una herramienta importante para aumentar su confort y prevenir deformidades. El cuidado postural también colabora con los demás tratamientos ya que disminuye el gasto de energía por parte de estos pacientes y, por tanto, la



pérdida de calor. Ayudar a sus padres a participar en los cuidados de su hijo y enseñarles cómo posicionarlos les ayudará a sentirse más útiles en el proceso de cura de su hijo. Es importante colocar al recién nacido correctamente para prevenir deformaciones musculoesqueléticas que perjudiquen su posterior deambulaci3n.

En circunstancias normales, in útero, el feto est1 protegido de las presiones extrínsecas por el líquido amniótico, allí es liviano, puede cambiar frecuentemente de postura y de posici3n. Cuando nace, est1 privado de esta protecci3n y expuesto a la influencia de la gravedad que domina su débil musculatura y que le presiona est1ticamente sobre las superficie donde descansa. . A partir de este momento, el recién nacido recibir1 estímulos como: ruido, luz, dolor, y posiblemente no sea capaz de combatirlos por sí mismo debido a su inmadurez neurológica o su estado de salud. La adecuada posici3n de un bebé prematuro en la incubadora favorece su adaptaci3n al medio, le permite obtener límites que ayudan a su autorregulaci3n y a su vez a la organizaci3n de la conducta, favorece su termorregulaci3n y disminuye los movimientos anti gravitatorios . Por tanto, le ayuda a optimizar la energía que es necesaria para mantener sus funciones vitales y contribuye como terapia no farmacológica para aliviar el dolor (18).

El ruido, la luz, el dolor, la fuerza de la gravedad... son factores a los que probablemente estén sometidos los prematuros en las unidades neonatales. Por ello, es importante conocer las respuestas fisiológicas de éstos frente al **estrés** y minimizarlos . Para detectarlos, la **observaci3n** ser1 la mejor herramienta .

#### **SIGNOS DE ESTRÉS:**

Cambios de coloraci3n.  
Movimientos de ojos sin contacto visual.  
Desviaci3n de la mirada del

#### **SIGNOS DE AUTORREGULACI3N:**

Coloraci3n estable.  
Sonrisa.

estímulo.	Succión intensa. Hipo.
Fruncir el ceño.	Cubrirse los ojos con las manos.
Apretar los labios.	Movimientos mano-boca, mano- mano.
Salivación exagerada.	Posición en flexión.
Bostezos.	Signos vitales estables.
Náuseas.	Sueño evidente.
Torsión de extremidades.	
Separación de los dedos.	
Hiperextensión del tronco.	
Alteración de FC, FR y Saturación de oxígeno.	
Hipotonía.	

Debemos estar atentos a la comunicación no verbal de estos pequeños. Una separación de los dedos “en abanico” o un bostezo pueden estar indicando que:- ¡¡paremos!!- en nuestro procedimiento.

En el recién nacido inferior a las treinta semanas de gestación, su tono muscular es flácido, sus movimientos espasmódicos y sus extremidades estarán en extensión. Aproximadamente hacia las 32 semanas de gestación aparece una discreta flexión de extremidades inferiores y hacia las 34 la flexión completa de éstas. Por otro lado, la posición “mano con mano” ya se da entre las 14 y las 16 semanas de gestación, lo cual demuestra la posición que hemos de proporcionar para dar mayor confortabilidad en la unidad neonatal .

Técnica:

El decúbito supino: es la posición necesaria en ocasiones para intervenciones del equipo, sin embargo no es demasiado cómoda para el bebé prematuro. Es aconsejable colocar las rodillas flexionadas, la cabeza alineada con el cuerpo para evitar fluctuaciones de la presión intracraneal, y los pies dentro de un nido de ropa. Son de ayuda los rulos laterales para prevenir la abducción y rotación externa de caderas (21,9). Será opcional un cojín occipital siempre teniendo en cuenta no dificultar la entrada del aire por la vía respiratoria.

El decúbito prono: facilita la oxigenación y disminuye el reflujo gastroesofágico, pero nos ayudaremos de la monitorización de los signos vitales; es aconsejable utilizar un cojín interescapular para evitar la retracción de hombros y favorecer la sensación de abrazo.

El decúbito lateral: es la posición más conciliadora para el bebé prematuro porque permite la exploración del entorno y la actividad mano-boca además de facilitar la flexión; es aconsejable acercar las manos del bebé para evitar la retracción escapular .

El material que se utiliza para confeccionar los nidos de ropa en la UCIN de HSCISP es: toallas, sábanas y algún dispositivo comercial ya confeccionado. Debe haber libertad de movimientos y permitir la exploración del entorno. Es importante saber detectar el momento adecuado para realizar una man- nipulación o cambio postural e iniciar la maniobra lenta y progresivamente, favoreciendo la flexión, utilizando las dos manos y evitando el arqueamiento y así las conductas de desorganizació. Si es posible, se manipulará entre dos personas. Al finalizarlo, se debe permanecer junto al bebé unos minutos y despedirnos dulcemente hasta la próxima vez.

Evitar deformidades:

La deformación resulta de la posición persistente del niño. Dice P. Dunn en 1991 : “Los niños muy prematuros, de menos de 28 semanas de edad de gestación, son muy vulnerables a la deformación mecánica debido a la plasticidad de su

esqueleto, la hipotonía y debilidad de sus músculos y a la rapidez con que están creciendo”.

Una de las deformidades más habituales en los recién nacidos que permanecen en la incubadora es la escafocefalia (elongación del diámetro anteroposterior del cráneo debido al decúbito lateral de la cabeza). Por otro lado, la posición extensora y asimétrica entre cuello y tronco, la disminución del diámetro anteroposterior del tórax por una posición prolongada en supino, la rotación externa de caderas y la rotación externa de hombros pueden producir alteraciones posteriores en la marcha, dificultad para mantener la alineación corporal y dificultad para llevarse la mano hacia la boca (posición conciliadora en el recién nacido) .

Grenier observó que el apoyo prolongado de los prematuros en posición prono resulta en un aplanamiento del cuerpo que llamó “en rana”, atribuida al acortamiento de los músculos iliopsoas y adductor brevis, especialmente en los niños con patología neurológica. Esto es evitable mejorando la postura, supino, prono y de lado. Es importante realizar cambios posturales de manera individualizada para evitar deformidades ya mencionadas (15, 13, 3).

El control postural y el desarrollo motor del niño dependen del “estado” de conciencia dormido o despierto (Prechtl, Beintema, Brazelton) (28), el ambiente, la biomecánica y la tarea motora en sí misma. La actividad espontánea es importante: cambios de posición, movimientos de la cintura escapular y pelvis, cabeza y extremidades, cambios de apoyo y de posición -más o menos organizados-. El soporte postural afecta al inicio y la ejecución de los movimientos.

### Beneficios y efectos fisiológicos

Existen una serie de beneficios a nivel fisiológico por parte del cuidado postural: la función respiratoria se ve favorecida por un aumento de la complianza pulmonar en la posición de prono, se evitarán fluctuaciones excesivas de la presión intracraneal con rulos de ropa contralateral y también es útil para la prevención del dolor en la práctica de procedimientos, debido a la reducción de estímulos

nocivos y directamente al bloquear la transmisión nociceptiva. El uso de nidos de contención reduce la pérdida de calor y de líquidos, disminuyendo así la irritabilidad e hipercinesia y favoreciendo el crecimiento ponderal . Enseñar a los padres del recién nacido a hacerse partícipes de su hijo les hará sentirse cuidadores principales de su hijo y mejorará el vínculo con él.

El prematuro está sujeto a la fuerza de gravedad allí donde esté apoyado. Es necesario prevenir anormalidades neuromusculares y posturales, realizar cambios regulares de postura en posiciones funcionales, según cada niño y mantener la función neuromuscular y osteoarticular normal, promoviendo el desarrollo de la actividad motora espontánea y funcional.

Cabe prestar atención al desarrollo simétrico y detectar el exceso de extensión que interfiere con el control postural en niños con daño neurológico. El pobre control postural, de causa muscular o neurológica o simplemente asociado a la prematuridad y a los cuidados neonatales, influye en el desarrollo de la motilidad y de la simetría.

La plasticidad musculoesquelética del recién nacido pre termino es un arma de doble filo; puede ser útil para promover la formación de articulaciones pero también se pueden producir asimetrías y deformidades si ignoramos las técnicas de cuidado postural en el periodo neonatal.

Este cuidado (CP) es un elemento fundamental para el desarrollo de los bebés prematuros y es una herramienta útil para los profesionales que trabajan en las UCIN, y para aquellos que posteriormente seguirán la evolución de estos niños a nivel psicomotor y conductual, con los que formamos equipo.

En la unidad de neonatología del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, en el año 2007, se confecciona un protocolo de cuidado postural de los recién nacidos prematuros. Su finalidad es unificar criterios en los profesionales que colaboran en la unidad para: favorecer su estabilidad fisiológica, disminuir el estrés al que están sometidos, evitar deformidades musculoesqueléticas que puedan desencadenar

problemas motores a largo plazo y enseñar y hacer partícipes de estos cuidados a sus padres que ya colaboran con nosotros en muchos aspectos.

#### **4.6. PROCEDIMIENTO CÓDIGO AZUL.**

La atención hospitalaria de un paciente en paro cardio-respiratorio exige la integración de un grupo de personas, que habitualmente no están coordinadas previamente como equipo, para la realización de reanimación cardio cerebro pulmonar (RCP).

El *Código Azul* es un sistema de alarma que implica el manejo de los pacientes en paro cardio-respiratorio por un grupo entrenado, con funciones previamente asignadas, con lo cual el procedimiento se efectúa en el menor tiempo posible y con coordinación entre todos ellos, logrando así la mejor eficiencia y la reducción de la morbi-mortalidad de los pacientes que se encuentren en paro cardio-respiratorio. Se aplica este término, no solo para los pacientes que se encuentran en paro cardio-respiratorio establecido sino también para todos aquellos que por su condición de enfermedad o trauma múltiple tienen un estado crítico que prevé la inminencia de un paro cardio-respiratorio en los minutos siguientes al ingreso.

La determinación más importante de sobrevivencia después de un paro cardíaco súbito es la presencia de un rescatador o un grupo entrenado que está listo, dispuesto, capacitado y equipado para actuar.

La piedra angular para lograr que se cumplan los objetivos es la capacitación y educación continua de todas las personas directamente implicadas a nivel asistencial, el establecimiento único de un protocolo de atención en caso de paro cardio respiratorio y la realización constante de actividades prácticas, mejorando de esta manera el desarrollo de habilidades y destrezas necesarias para hacer frente a estas eventualidades optimizando recursos, disminuyendo costos y lo más importante, reduciendo el número y gravedad de complicaciones de los pacientes con esta patología.

El elemento más importante que ha demostrado en los últimos años el aumento dramático de la sobrevivencia de los pacientes en caso de RCP, ha sido el uso de un desfibrilador para identificar un ritmo potencialmente mortal, susceptible de descargas eléctricas con las que se puedan retornar a un ritmo de perfusión.

La RCP es importante antes y después de las descargas cuando se realiza inmediatamente después del colapso por Fibrilación Ventricular (FV), duplica o hasta triplica la posibilidad de sobrevivencia. La RCP debe proporcionarse hasta que un desfibrilador se encuentre disponible.

La reanimación básica debe aplicarse de manera inmediata ya que puede proveer un pequeño pero fundamental flujo sanguíneo cerebral y coronario prolongando el tiempo efectivo de la reanimación, a la vez que permite aumentar las posibilidades de recuperar un ritmo de perfusión luego de descargas eléctricas iniciales, mientras que el corazón reasume un adecuado ritmo cardíaco.

Debido a que la muerte cardíaca súbita es la primera causa de muerte en el mundo, tanto en ambiente pre-hospitalario y en los servicios de urgencias, a causa principalmente de la enfermedad cardio-vascular (FV y TV sin pulso), la mayor efectividad se presenta cuando las maniobras se inician tempranamente y la desfibrilación se logra en los primeros 5 minutos después del colapso. Por ello tan importante para el personal médico y paramédico familiarizarse con los equipos de desfibrilación disponible en su centro de urgencias y conocer cuáles son los ritmos cardíacos susceptibles de ser desfibrilados.

La RCP es igual de importante inmediatamente después de las descargas; muchas víctimas presentan asistolia o actividad eléctrica sin pulso por varios minutos después de la desfibrilación. La RCP puede convertir estos ritmos a ritmos de perfusión.

No todas las muertes de los adultos se deben a Síndromes Coronarios Agudos con FV y TV sin pulso. Un número desconocido presenta un mecanismo de hipoxia, como inmersión o sobredosis por drogas. La hipoxia es también un

mecanismo de paro en muchos niños, de los cuales 5-15% tienen FV. Estudios en animales han demostrado que los mejores resultados para resucitación en paro por hipoxia se han obtenido por la combinación de compresiones cardíacas y ventilaciones (RCP).

Los objetivos de la atención cardiovascular de emergencia son preservar la vida, restaurar la salud, aliviar el sufrimiento, limitar la discapacidad y revertir la muerte clínica. Las decisiones de la RCP son hechas con frecuencia en segundos por rescatadores, quienes pueden no conocer al paciente o conocer si existe alguna indicación especial y la administración de RCP puede, algunas veces entrar en conflicto con los deseos del paciente o con sus intereses.

La mayoría de los pacientes y muchos médicos están mal informados acerca de la naturaleza y el éxito de la RCP. Solo cerca de un 15 % de los pacientes que se someten a RCP en el hospital sobreviven hasta el alta hospitalaria. Es más, entre ciertas poblaciones (especialmente aquellos con enfermedades sistémicas graves no cardíacas, por ejemplo: cáncer metastático, sepsis severa, etc.), la probabilidad de sobrevivir hasta el alta hospitalaria es casi nula. La cantidad y calidad de sobrevivencia no pueden ser predichas en la fase temprana después de la resucitación luego de un paro cardíaco.

Las normas éticas y culturales deben ser consideradas en el inicio y en la finalización de un intento de reanimación. Aunque los médicos deben jugar un rol en la toma de decisión de la resucitación, ellos deberían ser guiados por datos científicos y las preferencias del paciente.

La autonomía del paciente debe ser respetada tanto ética como legalmente, lo cual se asume como que un paciente puede entender que una intervención involucra su consentimiento o su rechazo. En los pacientes neonatos se presume.



#### 4.7. PROCEDIMIENTO PARA LA HIPOTERMIA TERAPÉUTICA

La humedad relativa, el flujo de aire, el contacto directo con superficies frías, la proximidad a objetos fríos y la temperatura del aire ambiente influyen en el equilibrio térmico. Los recién nacidos son proclives a la pérdida rápida de calor e hipotermia consiguiente debido al elevado cociente entre superficie y volumen corporales, que es incluso mayor en recién nacidos de bajo peso. Existen varios mecanismos para perder calor:

Pérdida de calor por radiación: la piel desnuda es expuesta a un ambiente que contiene objetos de temperatura más baja.

Pérdida de calor por evaporación: recién nacidos humedecidos por el líquido amniótico.

Pérdida de calor por conducción: se coloca a los recién nacidos en contacto con una superficie o un objeto frío.

Pérdida de calor por convección: un flujo de aire ambiente más fresco aleja el calor del recién nacido.

El estrés por frío no reconocido puede desviar calorías a la producción de calor, lo que altera el crecimiento. Los recién nacidos tienen una respuesta metabólica al enfriamiento que comprende la termogénesis química (sin escalofríos) mediante la descarga de noradrenalina por los nervios simpáticos en la grasa parda. Este tejido especializado del recién nacido, localizado en la nuca, entre las escápulas y alrededor de los riñones, responde con lipólisis, seguida de oxidación o reesterificación de los ácidos grasos liberados. Estas reacciones producen calor local, y la rica irrigación de la grasa parda ayuda a transferirlo al resto del cuerpo del recién nacido. Esta reacción duplica o triplica el metabolismo y el consumo de oxígeno. Por consiguiente, en recién nacidos con insuficiencia respiratoria (p. ej., el recién nacido pretérmino con síndrome de dificultad respiratoria), el estrés por frío también puede provocar hipoxia tisular y daño neurológico. La activación de las reservas de glucógeno puede causar hiperglucemia transitoria. La hipotermia

persistente puede provocar hipoglucemia y acidosis metabólica y aumentar el riesgo de sepsis de aparición tardía y la mortalidad.

A pesar de sus mecanismos de compensación, los recién nacidos, en particular los lactantes de bajo peso al nacer, tienen una capacidad limitada para regular la temperatura y son propensos a una temperatura central disminuida. Incluso antes de que la temperatura disminuya, el estrés por frío ocurre cuando la pérdida de calor requiere un aumento en la producción de calor metabólico.

El ambiente térmico neutro (termoneutralidad) es la zona de temperatura óptima para el recién nacido; se define como la temperatura ambiente en la cual las demandas metabólicas (y por lo tanto el gasto de calorías) para mantener la temperatura corporal en el rango normal (36,5 a 37,5 °C) es la más baja. El ambiente térmico neutro tiene un estrecho rango de 36,7 a 37,3 °C.

Mantener una temperatura ambiental apropiada es el paso más importante para prevenir la hipotermia en recién nacidos. La OMS recomienda que la temperatura de la sala de partos sea de al menos 25 a 28 °C (77 a 82,4 °F) y que los recién nacidos se sequen inmediatamente, se coloquen en contacto piel con piel con la madre y se cubran. (Véase también Guía práctica para la protección térmica del recién nacido de la Organización Mundial de la Salud).

Los recién nacidos prematuros hipotérmicos al ingreso en la unidad de cuidados intensivos neonatales (UCIN) tienen una mayor morbilidad y mortalidad; se ha encontrado que el aumento de la temperatura en el parto y en el quirófano reduce la incidencia de hipotermia en la admisión a la UCIN. Por lo tanto, la American Academy of Pediatrics y la American Heart Association recomiendan que las salas de parto y los quirófanos donde nacen los recién nacidos prematuros tengan una temperatura de 23 a 25 °C (74 a 77 °F; ). Debido a que elevar la temperatura ambiente solo cuando ocurrirá un parto puede permitir que la pérdida de calor radiante enfríe las superficies y la pérdida de calor por convección causada por el flujo de aire rápido, la habitación debe mantenerse continuamente a la temperatura recomendada.

Al nacer, los recién nacidos deben secarse de inmediato y envolverse en una manta tibia (incluso la cabeza) para prevenir las pérdidas por evaporación, conducción y convección. Para los recién nacidos prematuros, se ha encontrado que la colocación en una bolsa de polietileno inmediatamente después del parto ayuda a mantener la temperatura del lactante; algunos médicos no secan al bebé antes de colocarlo en la bolsa porque el aumento de la humedad puede ser beneficioso.

Un recién nacido expuesto para reanimación u observación debe ser colocado bajo una fuente de calor radiante para prevenir las pérdidas por radiación. Los recién nacidos enfermos deben permanecer en un ambiente térmico neutro para minimizar el metabolismo. La temperatura apropiada de la incubadora varía según el peso al nacer y la edad posnatal del recién nacido, y la humedad de la incubadora. Alternativamente, el calentamiento se puede ajustar a través de un servomecanismo regulado para mantener la temperatura de la piel en 36,5 °C.

#### **4.8. INSERCIÓN DEL ACCESO VENOSO PERIFÉRICO**

La obtención de un acceso venoso en el paciente pediátrico es un desafío para el personal médico y de Enfermería ya que en muchas ocasiones por diversos factores se hace necesario realizar varias punciones y el procedimiento se puede tornar dispendioso, complejo y frustrante. Esto en parte se debe a las particularidades de la anatomía de la población pediátrica y a las enfermedades que se pueden presentar en estas edades. Además, en muchos casos el acceso venoso es un procedimiento que se debe realizar de emergencia lo que aumenta el grado de complejidad.

El acceso directo a la circulación venosa, ya sea periférica o central se ha transformado en una actividad cotidiana que ha dejado de representar un recurso de gran complicación que es reservado a casos críticos<sup>3</sup>. De esta manera, el acceso vascular es primordial no exclusivamente para la administración de líquidos, sino también para la administración de los medicamentos que son necesarios para una correcta resucitación o reanimación del paciente <sup>1</sup>.

Las vías centrales permiten emplear cánulas más gruesas y administrar drogas directamente a la circulación central del paciente. Dicho acceso central se puede realizar a través de:

Vena femoral,  
yugular interna o externa y  
en niños mayores a través de la vena subclavia.

De éstas la vena femoral es la más accesible durante las técnicas de resucitación cardio-pulmonar de ahí que es la vía de elección en estas situaciones <sup>1</sup>.

Por otro lado, la canulación de vías periféricas puede realizarse a través de las venas del cuero cabelludo, del pie, mano, brazo, etc. El acceso periférico tiene la desventaja de localizarse más distalmente de la circulación central y por su menor calibre posee igualmente la desventaja de complicar más la administración de líquidos. Así en situación de emergencia puede interferir con la reanimación del paciente

En este sentido, la cateterización venosa periférica representa la intervención más empleada dentro de la terapia intravenosa y es pilar fundamental dentro del cuidado de neonatos gravemente enfermos ingresados a unidades de cuidado intensivo neonatal (UCIN), así, el requerimiento de accesos venosos múltiples,

determinan que el uso de catéteres periféricos sea una intervención de rutina en el cuidado neonatal.

El acceso venoso periférico, consiste en el abordaje a una vena superficial de localización extra-aponeurótica, generalmente en las extremidades superiores siendo más excepcional las extremidades inferiores en los adultos y que en neonatos además se localizan en la cabeza . Para realizar la terapia intravenosa con éxito, el enfermero necesita conocer la anatomía y la fisiología de la piel y del sistema venoso, la espesura y la consistencia de la piel de los diversos lugares, identificando la respuesta del sistema vascular, asimismo es importante destacar

que el enfermero debe tener conocimiento de las complicaciones derivadas de la terapia intravenosa, tales como: embolia, irritación del endotelio vascular, acción del pirogénico, infecciones por contaminantes bacterianos o virales y reacciones anafilácticas.

Visto esto, la punción venosa periférica es un procedimiento rutinario en la unidad de urgencia pediátrica, que tiene como finalidad la administración de medicamentos y colecta de sangre, de esta manera, se vuelve un reto cada vez mayor para los profesionales de salud minimizar el dolor y el sufrimiento de los niños sometidos a tal procedimiento <sup>3</sup>. Las venas proximales son más cortas y gruesas, ofreciendo menor resistencia a la infusión; de igual modo tienen menor tendencia a producir vaso espasmo. Por esta razón, durante la atención del paciente en estado crítico particularmente durante la resucitación cardiopulmonar (RCP), se debe utilizar la cánula (o catéter) más gruesa y corta posible, insertada en una vena gruesa y proximal y de tal manera que no se obstruya con la resucitación del paciente.

La obtención de un acceso venoso periférico, es un procedimiento invasivo y muchas veces traumático para el neonato, tiene indicación médica específica, para la toma de exámenes, terapias antibióticas o no antibióticas, reanimación, monitorización y se debe suspender cuando el motivo de instalación ha cesado. Es más fácil y seguro, por esta razón debe ser la ruta de elección ante una emergencia dado que su colocación es relativamente fácil, entre los sitios de acceso se encuentran:

- Vena cefálica
- Vena basílica,
- Vena mediana ante cubital.
- Safena a nivel del tobillo.

En este sentido, se debe intentar acceder una vena de las extremidades, con la finalidad de permitir que el resto del equipo que atiende al niño pueda trabajar en el control de la vía aérea y de la ventilación .

De igual forma es importante tener en cuenta las complicaciones que pueden surgir como lo es infección local o sistémica, infiltración, flebitis, trombosis y embolismo, así, en general existen pocas complicaciones y éstas no son graves . Simultáneamente la infección nosocomial ha sido fuertemente vinculada a algunas operaciones invasivas y uso de dispositivos como los catéteres venosos periféricos.

Con frecuencia el acceso venoso periférico en pediatría se obtiene empleando las venas de la mano y del antebrazo, la parte distal de la pierna y el pie y el cuero cabelludo. En lactantes se eligen con más frecuencia las venas superficiales del dorso de la mano, que son venas rectas y planas, éstas son tributarias de la vena más grande, la rama dorsal de la vena cefálica distal, que se estabiliza sin dificultad para el acceso, siendo la rama lateral de la vena cefálica distal más difícil de estabilizar y es menos accesible para la punción venosa y la colocación de un catéter. En este sentido y en la extremidad inferior son útiles las tributarias de la vena del arco venoso dorsal sobre la cara dorsal del pie, la vena confiable más grande es la safena, justo por delante y lateral al maléolo medial. Esta vena es visible algunas veces, si bien siempre es palpable .

Cuando el acceso venoso periférico percutáneo falla, dependiendo de la rapidez con la que se requiera la vía intravenosa y en una situación urgente, cuando el acceso venoso difícil se debe a un paro cardíaco o hipovolemia, las opciones son:

La instilación traqueal (La ruta Endotraqueal se puede utilizar cuando se necesita administrar alguna droga durante la Resucitación cardiopulmonar y no existe un acceso vascular .

Acceso venoso central (cuando se requiere de monitoreo hemodinámico o la administración de drogas, hemoderivados o alimentación parenteral que solo están indicados a través de una vía central .

La infusión intraósea (canulación intraósea. a través de la cual se pueden administrar medicamentos tales como catecolaminas, atropina, soluciones

de calcio, bicarbonato, lidocaína, succinilcolina, hemoderivados, soluciones intravenosas, antibióticos. etc.,).

Venodisección (Acceso a la circulación mediante un procedimiento quirúrgico) y acceso venoso central, los sitios para la infusión intraósea en lactantes y niños pequeños son la tibia, cresta iliaca y fémur.

De este modo se pueden concluir como sitios de elección para la instalación de una vía venosa periférica, las siguientes en orden de prioridades :

Antebrazos.

Brazos.

Manos.

Yugulares externas.

En la instalación, puncionar solo en dos oportunidades, en caso de técnica fallida, debe solicitar ayuda u otro profesional entrenado, el sitio de punción debe permanecer limpio, libre de restos de sangre, sin signos de humedad, en caso de administración intermitente de tratamiento endovenoso, el circuito puede mantenerse sellado con un conector de sistema cerrado libre de aguja .

Al retirar una vía venosa periférica se debe presionar el sitio de punción durante mínimo 30 segundos, luego fijar con gasa seca y tela adhesiva (no dejar fijación en forma de vendaje circular), es importante tener en cuenta que, en caso de mal funcionamiento de la vía venosa periférica, esta debe ser cambiada o retirada. No intentar permeabiliza.

Dichos accesos pueden ser muy difícil de colocar, especialmente si el bebé es muy obeso, está enfermo o es muy pequeño, es posible que en algunos casos no se logre la colocación de la vía intravenosa y se necesite otra terapia, igualmente debe considerarse la posibilidad de que las vías intravenosas periféricas fallen después de sólo 1 o 2 días y se pueden cambiar periódicamente para disminuir el riesgo de infección. De esta manera, si una vía intravenosa periférica sale de la vena y el líquido ingresa en el tejido, se dice que dicha vía intravenosa se ha

trasvasado, lo que puede hacer que la piel y el tejido se irriten considerablemente, provocando ocasionalmente una quemadura tisular <sup>9</sup>.

De acuerdo a lo antes planteado, las siguientes recomendaciones facilitarán los resultados esperados con un trabajo bien realizado y la ausencia de riesgos y complicaciones. Para ello se deben seguir los siguientes pasos:

Preparar el material

Elegir la vena

Elegir el catéter

Limpieza y desinfección de la zona

Inserción del catéter

Fijación del catéter, e instauración de la terapia intravenosa.

Asimismo, hay que prestar atención a los posibles riesgos que se pueden producir para solventarlos en la mayor brevedad posible, evitando así las complicaciones.

#### **4.9. INSERCIÓN DEL CATÉTER EPICUTÁNEO**

La cateterización venosa es una práctica enfermera muy utilizada en las unidades de cuidados intensivos neonatales ya que ayuda a reponer los requerimientos tanto de líquido como nutricionales, así como el uso de diversos fármacos.

En el paciente neonato los métodos de canalización más utilizados son: catéteres periféricos, catéteres umbilicales y catéteres venosos centrales con inserción periférica o lo que es conocido como epicutáneo; siendo este último una técnica renovadora, aunque con mayor coste económico, mejora las demandas de los recién nacidos junto con el desarrollo profesional del equipo de enfermería.

Anteriormente el catéter de inserción en la vena umbilical era de primera elección si el neonato tenía sólo unas horas de vida, sin embargo, en la actualidad, es considerado un fuerte factor de riesgo de infección nosocomial y en menor medida, de graves complicaciones como taponamiento cardíaco y derrame



pericárdico, por lo que es sustituido por la técnica del epicutáneo, ya que además, puede llegar a utilizarse incluso semanas aunque las soluciones administradas sean fármacos irritantes y vesicantes o nutrición parenteral.

Jonathan Shaw fue quien describió el modo de punción de inserción periférica de vía central para el cuidado de neonatos en estado crítico, definió cada uno de los pasos a seguir para la implantación del catéter de silicona a través de una aguja con calibre superior en una vena periférica hasta la llegada del catéter a un vaso central.

Este procedimiento enfermero incruento es considerado poco doloroso y de bajo riesgo nosocomial, aunque con algunas dificultades para su colocación; como: el gran calibre de la aguja empleada como conductor y la imposibilidad de apreciar el reflujo de sangre. La utilidad del epicutáneo hace posible el paso de reposición de líquidos, aportes nutricionales o de medicaciones. Por el contrario, no se podrá emplear para el uso de hemoderivados o para extracción analítica. Dentro de las complicaciones tempranas puede aparecer rotura del catéter, como tardías, la extravasación de soluciones administradas o flebitis de la zona, entre otras.

## MATERIAL PARA EPICUTÁNEO

Equipo de gotero para bomba.

Bomba de perfusión.

Heparina sódica al 1%

Antiséptico.

Foco.

Kit de epicutáneo

Macarilla

Gasas estériles

Guantes estériles

Batas estériles

Campo estéril

Sacarosa  
Clorexidina  
Pinzas de disección  
Smach  
Jeringas  
Agujas  
Spongodtan  
Tiras de aproximación  
Apósitos. Ver Imagen nº 1 (Al final del trabajo)

Carro de epicutáneo, debe reponerse cada vez que se realice la técnica, incluye:

3 paños estériles  
2 Paquetes de guantes estériles talla M  
2 Paquetes de guantes estériles talla S  
2 paquetes de gasas estériles  
2 Pinzas de disección de addson.  
2 Pinzas de disección sin dientes.  
3 Sets de cateter epicutáneo.  
3 Rasuradoras  
3 Smachs  
2 Llaves de 3 vías  
2 Jeringas de 2 cc  
2 Agujas de 0,8 x 25.  
2 Ampollas de agua estéril.  
2 Sobres de tiras de aproximación  
1 Apósito de Spongostan  
2 Apósitos estériles de 7 x 5 cm (5)

TÉCNICA DE COLOCACIÓN DEL EPICUTÁNEO

Los profesionales de enfermería encargados de la colocación del catéter deben tener experiencia en la práctica de la técnica. Para ello, debe haber un mínimo de 3 profesionales encargados de su inserción; uno, limpio, encargado de dar el material estéril y sujetar al neonato y dos, estériles, encargados uno de la venopunción y el otro de ayudar en la progresión del catéter.

Antes de comenzar con la punción se debe visualizar el vaso elegido para canalizar el catéter con un Smart limpio, intentando localizar aquel con mayor calibre para mejorar el transcurso del epicutáneo. A continuación, se realiza el lavado de manos adecuado, colocándose dos de ellos de estéril y el campo estéril dónde se va a trabajar, debe prevalecer siempre la esterilidad de los trabajadores, así como de los instrumentos y del campo a trabajar. Como preferencia a la elección de vena, encontramos primero las de los miembros superiores (cefálica, basílica), después las de miembros inferiores (safena...), epicraneales, axilares e incluso yugular externa. Mientras tanto, el neonato debe estar monitorizado y controlado por el resto de profesionales, vigilándole y sujetándole.

Uno de los profesionales de estéril será el encargado de purgar el catéter y la palomilla con suero heparinizado, comprobando que está permeable y no se observa ningún desperfecto. El paño fenestrado se colocará en el recién nacido, dejando fuera el miembro donde se encuentra la vena a puncionar, limpiando la zona a puncionar realizando círculos concéntricos desde el centro hasta afuera. El siguiente paso, con la cinta métrica, que se encuentra dentro del kit del epicutáneo, se mide la distancia desde la zona que vamos a puncionar hasta la zona en que se encuentra AD (zona línea media esternal) para comprobar los cm que debemos introducir el catéter para su adecuada colocación.

## **5. INDICACIONES Y SELECCIÓN DEL PACIENTE NEONATO PARA INICIAR UNA VENTILACION MECANICA INVASIVA**

La VMD está indicada en pacientes en situación de IRC, definida por los siguientes criterios clínicos y fisiológicos:

- Clínicos: escasa entrada de aire en la auscultación, acúmulo de secreciones en la vía aérea, uso de la musculatura accesoria, escasa ganancia ponderal, disfagia, reflejo de tos débil o ausente.
- Fisiológicos: hipercapnia (presión parcial de dióxido de carbono en la sangre arterial  $[PaCO_2] > 45$  mmHg), hipoxemia ( $PaO_2 < 65$  mmHg), saturación de oxígeno ( $SatO_2 < 95\%$  ambiental, capacidad vital  $< 15$  ml/kg (niños mayores)).

El inicio de la terapia se decidirá de forma individualizada, según cinco factores fundamentales:

- La patología de base del paciente. Las entidades que producen IRC y en las que, por tanto, podría estar indicada la VMD, ya sea de forma invasiva o no invasiva, se exponen en la Tabla 2.
- La estabilidad clínica del niño. En la Tabla 3, se detallan los criterios clínicos de estabilidad del paciente subsidiario de VMD.
- La situación clínica del enfermo. Nos debe sugerir la necesidad de VM la presencia de algunos de los puntos recogidos en la Tabla 4.
- La situación y motivación de la familia y del paciente. Resulta fundamental que la familia reciba una información completa sobre el diagnóstico, la situación clínica y el pronóstico del paciente, así como las ventajas.

#### Alteraciones del SNC

- Trastornos congénitos y adquiridos del control del centro respiratorio (hipoventilación central)
- Mielomeningocele y malformación de Arnold-Chiari
- Atrofia muscular espinal
- Lesión medular

#### Patología neuromuscular

## Hipotonías congénitas

- Miastenia gravis
- Parálisis frénica y diafragmática
- Miopatías
- Distrofias musculares
- Polineuropatías inflamatorias agudas
- Botulismo

## Alteraciones esqueléticas

### Cifoescoliosis

- Deformidades de la pared torácica

### Cardiopatías congénitas.

## Patología respiratoria

- Obstrucción de la vía aérea superior:
  - Síndrome de apneas-hipoapneas obstructivas del sueño
  - Síndromes malformativos craneofaciales (Pierre Robin, Treacher Collins)
  - Laringotraqueomalacia
  - Estenosis subglótica
  - Malformación de Arnold Chiari
  - Parálisis de cuerdas vocales
- Alteraciones broncopulmonares:
  - Displasia broncopulmonar
  - Fibrosis quística
  - Hipoplasia pulmonar
  - Complicaciones de neumonías infecciosas o químicas
  - Secuelas del síndrome de distrés respiratorio agudo
  - Fibrosis pulmonar
  - Hernia diafragmática

### **5.1. LUGAR DE INICIO DE LA VMD**

El inicio de la VMD puede llevarse a cabo tras una agudización o bien de forma

electiva. En el primer caso, habitualmente tiene lugar en una Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos (UCIP) o una Unidad de Cuidados Intermedios. En algunos centros con personal y material material adecuado, el inicio puede realizarse en el Servicio de Urgencias o la planta de hospitalización. En los casos en que la instauración de la VMD se realice de forma electiva, habitualmente se programa un ingreso en planta de hospitalización o Unidad de Cuidados Intermedios con el objetivo de valorar el material adecuado y lograr una correcta adaptación del paciente y una buena formación de los cuidadores. La duración del ingreso dependerá de la patología y gravedad del paciente, así como su edad y capacidad de colaboración. Puede oscilar entre 2-3 días en pacientes estables y colaboradores hasta más de una semana en pacientes pequeños y/o con discapacidad intelectual. En algunos centros, la adaptación electiva se puede también realizar de forma ambulatoria en un hospital de día.

## **5.2. MATERIAL PARA LA VMD**

En España, el material necesario para la VMD está cubierto por el Sistema Nacional de Salud. El profesional responsable debe realizar la petición del material mediante el sistema establecido en cada región sanitaria. Las empresas suministradoras se encargan de la entrega del material, ya sea a domicilio o en el centro hospitalario. A continuación se detalla el material necesario.

## **5.3. VENTILADOR**

Para la VMD se utilizan respiradores ligeros y fáciles de manipular. Habitualmente poseen una batería interna que proporciona cierta autonomía sin conexión a la red eléctrica. Este hecho es imprescindible en pacientes graves con necesidad de más de 12 h de ventilación al día, ya sea de forma invasiva o no invasiva. A este grupo de pacientes es necesario proporcionarles un respirador de repuesto programado con los mismos parámetros y alarmas. Debe considerarse también el suministro de una batería externa.

Interfase :

La elección de la interfase es el punto crítico de la VNI, puesto que de las características de dicha interfase dependerá la adaptación y, por consiguiente, la

posibilidad de desarrollar correctamente la ventilación. Una interfase ideal debería ser fácil de poner y quitar, ligera, blanda, hecha de material transpirable y transparente, lavable y disponible en diferentes tamaños. Existen modelos de distintos tipos, formas, materiales y tamaños. Las más utilizadas en VNI son las nasales y buconasales. En niños mayores y adolescentes resultan cómodas las olivas nasales. Los pacientes con respiración bucal nocturna pueden requerir de una interfase buconasal. En estos casos, es necesario que la interfase disponga de válvula antiasfixia para permitir la ventilación espontánea en caso de pérdida de presión del circuito. En algunas ocasiones, por falta de modelos comercializados, se utilizan interfases nasales de adultos como buconasales pediátricas. Estas interfases no disponen de válvula antiasfixia. Cada vez se pueden encontrar más modelos de interfases para todas las edades pediátricas, por lo que debe intentarse evitar el uso de interfases nasales como buconasales y, en caso de ser imprescindible, debe proporcionarse siempre una monitorización adecuada. Aunque son utilizadas con menos frecuencia en el domicilio, puede ser una buena opción en ciertas situaciones la interfase facial completa. En casos aislados se ha llegado a utilizar en domicilio una interfase tipo Helmet (casco). Existen interfases con fugas y sin fugas. Este segundo grupo requiere la utilización de un orificio de fuga controlada en el extremo proximal de la tubuladura para la salida del aire espirado y evitar la reinhalación de CO<sub>2</sub>.

Cánula de traqueostomía :

Existen múltiples modelos de cánulas de traqueostomía, siendo necesario valorar de forma individualizada la más adecuada para cada paciente. En Pediatría, las cánulas más frecuentemente utilizadas son sin camisa (cánula interna), sin balón y no fenestradas. Es importante que la familia, en el momento del alta, posea además de la cánula del tamaño adecuado, una cánula de tamaño medio punto inferior de cara a la posible necesidad de realizar un cambio que presente dificultades con el tamaño habitual.

Oxigenoterapia y pulsioxímetro:

Todos los pacientes con VMI y algunos pacientes sometidos a VNI según su patología de base requieren un equipo de oxigenoterapia y monitorización de pulsioximetría.

Los distintos dispositivos para proporcionar esta oxigenoterapia se describen más

adelante.

Humidificación:

Los pacientes portadores de traqueostomía requieren obligatoriamente de un sistema de humidificación, puesto que en estos pacientes no existe el proceso de humidificación y calefacción que realiza la vía aérea superior. Estos sistemas pueden ser activos, no usado en general fuera del domicilio para evitar accidentes con paso de agua a la tubuladura y secundariamente al paciente, o bien pasivos. En la VNI se utilizan sistemas de humidificación activos, ya sea con humidificadores integrados en el ventilador o intercalados en la tubuladura. Se valorará en cada paciente la necesidad de sistema de humidificación y el tipo, según patología de base y cantidad de secreciones.

Pulsioxímetro :

Es imprescindible en pacientes con VMI y en los casos de VNI de menor edad, discapacitados o que requieran oxigenoterapia domiciliaria. Los pulsioxímetros deben ser pequeños, fiables y con alarmas acústicas programables según edad y patología del paciente.

Periodo de adaptación :

El primer punto es determinar cuál es la modalidad ventilatoria que mejor se ajusta a las características y necesidades del paciente, siguiendo las indicaciones que se han comentado previamente.

La adaptación a la VNI es en muchos casos un proceso complejo, que requiere de una importante implicación por parte de la familia. Como ya se ha comentado, la elección de la interfase es un punto básico para lograr una correcta adaptación. En los casos de adaptación electiva, es preferible inicialmente utilizar presiones inferiores y durante pequeños periodos de tiempo, aunque esto suponga una ventilación no totalmente efectiva inicialmente.

En los neonatos o lactantes puede ser de utilidad aplicar inicialmente la interfase cuando el niño esté dormido o en brazos de los padres, siendo estos desde un principio los responsables de colocar la interfase. En el caso de niños prescolares, puede resultar una buena estrategia presentar el inicio de la ventilación como un juego. En algunas ocasiones puede entregarse previamente la interfase para que, a



domicilio, la familia inicie su colocación antes del proceso de inicio de ventilación. Habitualmente, la adaptación del niño mayor y adolescente acostumbra a resultar más sencilla. Es muy importante en esta franja de edad que el paciente conozca el porqué del inicio del tratamiento, así como sus beneficios y posibles efectos adversos.

Tal y como se ha comentado, es importante, siempre que sea posible, iniciar la ventilación a presiones bajas para evitar así molestias iniciales que lleven a un rechazo de la ventilación.

#### **5.4. COMPLICACIONES DE LA VNI**

- Dermatitis irritativa: secundaria a presión continuada en los puntos de apoyo (habitualmente surco nasogeniano y puente nasal). Inicialmente se presenta como eritema, pero puede evolucionar a úlcera cutánea. La aplicación de ácidos grasos hiperoxigenados o de apósitos antiescaras puede minimizar el riesgo de aparición de lesiones. La utilización rotatoria de interfases con diferentes puntos de apoyo es otra estrategia que puede resultar útil.
- Conjuntivitis irritativa: producida por fuga de aire hacia el ojo, un correcto ajuste de la interfase es el principal mecanismo de prevención. En pacientes con mayor riesgo por una mala oclusión ocular, pueden utilizarse protectores oculares que permitan la visión.
- Hipoplasia malar: tiene lugar especialmente en menores de 8 años y es debida a la presión ejercida sobre el macizo cartilaginoso en desarrollo. La utilización de distintas interfases con diferentes puntos de apoyo puede minimizar el riesgo. La utilización de interfases con mayor punto de apoyo, como la facial total, puede también resultar una buena estrategia. Es importante el control por parte de un cirujano maxilofacial.
- Distensión gástrica: flujos elevados de aire por vía nasobucal pueden generar una distensión gástrica por aerofagia. Este hecho se ha observado en presiones superiores a 25 cmH<sub>2</sub>O, aunque en pacientes neuromusculares puede aparecer en presiones inferiores a 20 cmH<sub>2</sub>O. La colocación de una sonda nasogástrica abierta puede paliar la distensión en casos graves.
- Aspiración alimentaria: puede ocurrir especialmente en pacientes con alteraciones de la deglución y portadores de sonda nasogástrica. Es recomendable dejar un periodo de tiempo entre la alimentación enteral y el inicio de la ventilación.

- Relacionados con la humidificación: alteración de la mucosa nasal y formación de tapones de moco, que pueden condicionar obstrucción de la vía aérea.

Complicaciones de la VMI :

Los pacientes sometidos a VMI pueden presentar complicaciones secundarias a la traqueostomía. Es imprescindible que los familiares estén correctamente formados en la resolución de estos problemas:

- Decanulación accidental: es necesario que las familias tengan un manejo adecuado en el recambio de la cánula de traqueostomía. Es necesario que la familia posea una cánula medio número inferior al habitual para situaciones en que la colocación de la cánula habitual presente dificultades.
- Obstrucción de la cánula: la familia debe estar instruida para una correcta aspiración de las secreciones. En caso de que esta aspiración no sea efectiva, pueden instilarse unas gotas de suero fisiológico y aspirar de nuevo. La familia debe tener también la capacidad de ventilar mediante bolsa de reanimación y la habilidad de utilizar la válvula de esta bolsa si inicialmente la maniobra no es efectiva. Si a pesar de estas maniobras la ventilación no es efectiva, deberá realizarse un recambio de la cánula.
- Broncoaspiración: es una complicación que debe tenerse en cuenta en el paciente traqueostomizado. Ante la sospecha de esta incidencia, la familia debe realizar aspiración de la vía aérea, así como ventilación con bolsa de reanimación conectada a un dispositivo de oxigenoterapia.

## **5.5. VALORACIÓN DE LA EFECTIVIDAD**

La respuesta a la ventilación será valorada por los siguientes aspectos:

- Confort del paciente y disminución del trabajo respiratorio.
- Normalización gasométrica.
- Estudio del sueño: la polisomnografía es la prueba que nos aporta mayor información y recomendada en las guías para el seguimiento del paciente ventilado. En la mayor parte de centros de nuestro país, la accesibilidad a la polisomnografía es limitada, pudiendo ser una herramienta de utilidad la pulsioximetría con capnografía transcutánea

## **6.-PROCEDIMIENTOS PARA LA INTUBACION ENDOTRAQUEAL**

La vía aérea es una de las más altas prioridades en un paciente críticamente enfermo. Su alteración e inadecuado manejo son una de las principales causas de muerte en este tipo de pacientes. La indicación de realizar una intubación está basada en un adecuado juicio clínico, para lo cual el personal de salud debe ser idóneo y estar sensibilizado con este procedimiento. La secuencia de inducción rápida implica un proceso ordenado de pasos que termina con el aseguramiento de la vía aérea de los pacientes y disminuyendo la probabilidad de presentar complicaciones como consecuencia de la hipoxemia, dentro de muchas otras (broncoaspiración, intubación esofágica, lesión de la vía aérea, etc.).

Una valoración clínica rápida y concreta, en el paciente con inminencia de falla ventilatoria en el servicio de urgencias, permite identificar el tipo de vía aérea que se pretende manejar de acuerdo con las características propias del paciente. Rapidez es sinónimo de agilidad, ya que se requiere de destreza y control del tiempo y, en caso de catalogarla como vía aérea difícil, se podrá estar más preparado y dispuesto para su aproximación. También permitirá conocer qué tipo de medicamentos se emplearán, ya que dependiendo del paciente se seleccionan los medicamentos. Aunque el grupo de fármacos indicados en este escenario es amplio, no siempre se requieren medicamentos para el manejo de la vía aérea en el paciente de urgencias, por ejemplo, en el caso de pacientes con valoración en la escala de Glasgow de 3o en paro cardiorrespiratorio. Estos fármacos permiten tolerar el procedimiento de intubación y disminuir las respuestas fisiológicas como consecuencia del mismo acto de intubación orotraqueal. En caso de existir inconvenientes en el momento de intubar al paciente, se debe seguir el algoritmo de vía aérea difícil.

El objetivo de esta revisión es suministrar información acerca del manejo actual de la vía aérea en el servicio de urgencias por medio de la intubación orotraqueal y proponer una mnemotecnica que permitirá una menor frecuencia de errores y mejor calidad en la atención de los enfermos críticos. Se trata de un artículo de revisión

narrativa, basado en la búsqueda en las bases de datos *Pubmed*, *Ebsco* y *Lilacs* desde 1990 hasta 2015 empleando términos mesh «secuencia, intubación y vía aérea», además de textos guía sobre vía aérea.

## **6.1 INDICACIONES DE INTUBACIÓN OROTRAQUEAL**

¿Cuándo intubar? Esta es una de las preguntas que más teme plantearse y resolver un profesional de la salud. En algunos casos las indicaciones son fáciles de identificar con solo examinar al paciente, pero en otras no hay un límite claro entre intubar y manejar en forma no invasiva con un suministro de oxígeno de alto flujo que permita mantener su intercambio respiratorio<sup>5</sup>. En general, los pacientes en los que se sospecha que no podrán mantener la vía aérea protegida deben ser intubados: Glasgow igual o menor de 9 (no solo se incluyen pacientes con trauma encéfalo craneano), hematoma sofocante en cuello, obstrucción de la vía aérea, trauma de la vía aérea o maxilofacial, paciente agitado que requiere sedación, trauma torácico con hipotensión, hipoxia posreanimación, paro cardíaco, estigma de quemadura de vía aérea, quemaduras extensas, trauma raquímedular cervical, choque severo, insuficiencia respiratoria e incapacidad para mantener la vía aérea permeable.

## **6.2. VALORACIÓN PREVIA A LA INTUBACIÓN**

Realizar una rápida y concisa valoración clínica permite al médico predecir si se encuentra ante un paciente con predictores de difícil intubación y anticiparse a su manejo. Proponemos una mnemotecnica de *A-B-C-D* parecida a la utilizada en reanimación básica.

*Aérea*: tener listos todos los dispositivos para el manejo de la vía aérea.

*Buena ventilación*: disponer de los sistemas de administración de oxígeno suplementario (*ayre-rees*, máscara de no reinhalación o dispositivo BVM).

*Circulación*: revisar y garantizar la permeabilidad de los accesos venosos, tener preparados los medicamentos que se van a utilizar y monitorizar al paciente.

*Difícil vía aérea:* examinar rápidamente si el paciente tiene predictores de vía aérea difícil y tener listos los dispositivos para enfrentarla.

El hallazgo de variaciones anatómicas o patológicas a nivel facial, arcada dental, boca, maxilar, faringe, laringe, cuello, tráquea, mediastino y tórax, valoración de la apertura oral, la distancia tiromentoniana, diámetro del cuello, extensión cervical, espacio mandibular lateral y la capacidad de subluxación de la mandíbula nos dan una idea de las características de la vía aérea del paciente.

### **6.3- LA APERTURA ORAL**

Se valora midiendo la distancia entre los incisivos superiores e inferiores, con la cabeza en posición neutra y la boca abierta. Si la distancia entre los incisivos es menor de 4cm se prevé una intubación difícil.

### **6.4. LA DISTANCIA TIROMENTONIANA**

Se evalúa desde el borde superior del cartílago tiroides hasta el punto más saliente del mentón, con la cabeza extendida al máximo. Si esta distancia es menor de 6cm se prevé una intubación difícil porque se asocia a una laringe anterior y a un menor espacio en la cavidad oral para comprimir la lengua con la hoja del laringoscopio

### **6.5. LA DISTANCIA MENTOESTERNAL**

Se valora con la cabeza extendida al máximo, midiendo la longitud desde el punto más saliente del mentón hasta el borde superior del esternón. Si esta distancia es menor de 12cm se prevé una intubación difícil. El espacio mandibular lateral corresponde a la distancia entre los ángulos mandibulares: cuando es menor de 9cm predice una intubación difícil, puesto que provee un menor espacio en la cavidad faríngea. La capacidad para la subluxación de la mandíbula se valora midiendo el máximo movimiento hacia adelante de los incisivos inferiores sobre los superiores; se considera una intubación fácil cuando los incisivos inferiores se

ubican por delante de los superiores y difícil cuando los incisivos inferiores permanecen detrás de los superiores.

## **6.6. MATERIALES NECESARIOS PARA LA INTUBACIÓN**

Para la intubación se necesita:

Laringoscopio y juego de valvas (rectas o curvas) de diferentes tamaños.

Tubos oro-traqueales de diferentes diámetros. En mujeres adultas se recomienda un tubo oro-traqueal del número 6,5 a 7,5 y de 7,5 a 8,5 en varones, teniendo en cuenta que estos valores se correlacionan en forma subjetiva con la estatura y la composición corporal del paciente.

Guías semirrígidas.

Cánulas orofaríngeas, nasofaríngeas y mascarillas faciales de diferentes tamaños.

Dispositivo bolsa válvula máscara (BVM) conocido por su marca comercial como: «ambú».

Fuente de oxígeno.

Sistema y sondas de aspiración.

Jeringa de 10cm adaptada al tutor del neumotaponador del tubo.

Fijador comercial del tubo o, en su defecto, microporo, fixumull o esparadrapo.

Fármacos para facilitar la intubación.

Carro de paro y carro de vía aérea difícil.

Fonendoscopio.

Analizador de gases respiratorios.

## **6.7. OXIGENOTERAPIA PREINTUBACIÓN**

El objetivo de una buena preoxigenación es desplazar el nitrógeno que se encuentra en los alvéolos y reemplazarlo por oxígeno con el fin de aumentar su

aporte a los tejidos y aumentar el tiempo de tolerancia de la apnea durante las maniobras de intubación orotraqueal. Se han descrito numerosas técnicas para ello como ventilar y administrar oxígeno suplementario lo más cercano al 100% de fracción inspirada, por al menos 30 s o más tiempo. Otra técnica es pedirle al paciente que realice 3 respiraciones profundas. Todos los pacientes son diferentes y las técnicas anteriores pueden aplicarse para jóvenes con peso normal, pero no son suficientes para pacientes con volúmenes de cierre bajos como los obesos y las embarazadas. La técnica que recomendamos es realizar inspiraciones profundas sin límite de tiempo con sistemas de alto flujo de 5-10 L de oxígeno por minuto, hasta obtener una concentración exhalada de oxígeno cercana al 80%, medida con analizador de gases respiratorios, que permita determinar el oxígeno al final de la espiración y que refleje su concentración alveolar.

La administración de oxígeno debe realizarse con un sistema semiabierto (ej: *ayre-rees*) o máscara de no reinhalación en pacientes que conservan la ventilación espontánea y en los cuales el uso de BVM no garantiza la administración de oxígeno al 100%, debido a que su válvula permanece cerrada y solo se abre como consecuencia de la administración de ventilaciones con presión positiva.

En algunos casos con obstrucción de la vía aérea por estructuras anatómicas (por ej.: la lengua) y con compromiso del estado de conciencia, será necesario insertar una cánula orotraqueal. Esta se introduce por uno de los lados de la boca con la punta dirigida a la nuca del paciente. Una vez dentro de la boca se gira 180°, evitando la caída hacia atrás de la lengua. Su tamaño corresponde a la longitud entre el lóbulo de la oreja y la comisura labial ipsolateral.

El sistema de BVM de adultos posee un balón con una capacidad de 500, 1.000, 2.000 o 3.000ml, el cual debe ser presionado para administrarle al paciente una cantidad de oxígeno que corresponda a su volumen corriente (6ml/kg) y permita la expansión torácica. El número de ventilaciones administradas con el BVM debe corresponderse con una frecuencia de 10 a 12 por minuto y tener una duración aproximada de 1,5 s. Lo anterior garantiza unos niveles normales de CO<sub>2</sub> en

sangre sin alterar el flujo sanguíneo cerebral. Se debe asegurar que la presión del balón permita la expansión torácica, siempre teniendo en cuenta que la presión sobre la vía aérea no debe sobrepasar los 20cm de agua: este es un indicador subjetivo para el personal de salud, puesto que cifras elevadas podrían causar barotrauma o sobrepasar la presión del esfínter esofágico inferior, insuflando de esta manera la cavidad gástrica. Los sistemas BVM cuentan con una válvula de liberación que se abre al superar los 30 o 40cm de agua, para disminuir el barotrauma. Si el paciente presenta esfuerzos inspiratorios, se le debe asistir con compresiones del balón con frecuencia de 10 a 12 ventilaciones por minuto, teniendo en cuenta que estas deben administrarse en forma de apoyo durante el inicio del respectivo esfuerzo inspiratorio, pero no durante la espiración, porque podría causar barotrauma. El resto de los esfuerzos inspiratorios no se apoyan.

## **6.8 MANIOBRAS DE PREINTUBACIÓN**

Repasar la lista de chequeo A-B-C-D.

Colocar la cabeza del enfermo a la altura de la apófisis xifoides del clínico, lo cual se puede facilitar mediante la elevación de la cabeza 10cm con una almohada debajo del occipucio.

Levantar la mandíbula tomándola de los ángulos con una mano a cada lado y empujándola hacia arriba y hacia adelante. En caso de trauma facial o de cabeza y cuello, la columna cervical debe mantenerse en posición neutra alineada.

Elevar el mentón, colocando los dedos de una mano debajo de la mandíbula, la cual se tracciona suavemente hacia arriba con el objetivo de desplazar el mentón hacia adelante.

La extensión del cuello es una maniobra esencial, que está contraindicada en trauma cervical o en los casos en que no se ha evaluado la columna cervical.

Extraer las prótesis dentales, cualquier cuerpo extraño y la cánula orofaríngea.

Aspirar las secreciones, sangre o vómito.



Siempre usar una guía metálica maleable que acentúe la curvatura del tubo y facilite la inserción de este dentro de la tráquea. Esta guía se debe dejar a 1,5cm del extremo distal del tubo y retirarla una vez el extremo distal alcanza la apertura glótica.

### Maniobras para la intubación

Sujetar el laringoscopio con la mano izquierda e introducir la valva por la comisura bucal del lado contralateral, desplazando la lengua hacia el mismo lado de la mano y traccionando del laringoscopio hacia adelante y arriba, teniendo especial atención en no apoyarse sobre los dientes.

Visualizar la epiglotis. Situar la punta del laringoscopio en la vallécula (valva curva) o directamente en la epiglotis (valva recta).

Para disminuir el riesgo de broncoaspiración o regurgitación secundarias a la noxa o a la utilización de ventilación con presión positiva, un compañero debe realizar la maniobra de Sellick, la cual se lleva a cabo presionando hacia el fondo el cartílago cricoides, lo que permite una ligera oclusión del esófago. La maniobra debe ser sostenida por todo el tiempo que dure el proceso de intubación; hay que recalcar que la evidencia acerca de su uso no es concluyente.

Si la visualización de la glotis o cuerdas vocales no es posible y además se desea disminuir el riesgo de broncoaspiración, un compañero debe realizar la maniobra de BURP, la cual se efectúa produciendo una movilización del cartílago cricoides hacia el fondo, arriba y a la derecha, de esta forma se expondrá mejor.

Con la mano derecha se introduce el tubo (con guía), manteniendo la visión de las cuerdas vocales, se desliza e introduce a través de las cuerdas vocales hasta que veamos desaparecer el manguito de taponamiento.

La colocación correcta del tubo corresponde generalmente con la marca de 20-21cm en el hombre y de 19-20cm en la mujer. Conviene ser precavido en notar que el manguito neumotaponador atraviese en su totalidad las

cuerdas vocales, y tener en cuenta que esta longitud es correlativa con la estatura y la composición corporal del paciente.

Retirar el laringoscopio sin mover el tubo y la guía en caso de haberla utilizado. Inflar el manguito de taponamiento con 5 cc de aire.

Comprobar la colocación correcta del tubo en la tráquea: auscultar primero en epigastrio y luego simétricamente en el tórax.

Se procede a la fijación del tubo, recordando evaluar su adecuada ubicación cada vez que el paciente sea movilizado.

Se puede introducir, según crea conveniente, una cánula orofaríngea para impedir que el paciente muerda el tubo oro-traqueal y obstruya el flujo aéreo.

Luego se conecta el tubo a la fuente de oxígeno y se inicia la ventilación artificial.

Si la intubación no se lleva a cabo en pocos segundos (20 s aproximadamente), se debe suspender el intento, preoxigenar de nuevo al paciente hasta lograr las condiciones adecuadas para realizar un nuevo intento. La interrupción máxima de la ventilación no debe pasar de 30 s. Un médico no entrenado en el manejo de vía aérea no debe realizar más intentos: debe esperar a un médico especialista; mientras este llega, debe permanecer ventilando el paciente con BVM. Una alternativa es introducir una máscara laríngea en espera del aseguramiento definitivo de la vía aérea

#### Contraindicaciones de las maniobras de Sellick y BURP

Trauma de la vía aérea superior: unión cricotraqueal.

Enfermedad de la columna cervical.

Trauma.

Artritis severa.

Cuerpo extraño en la tráquea o en el esófago.

Absceso retrofaríngeo.

Divertículo esofágico superior.

## Verificación de la posición del tubo

El principal signo de una adecuada posición del tubo es haber visto pasar su punta a través de las cuerdas; luego, se verifica a través de la auscultación de abdomen y tórax y el uso de capnografía. Antes se hablaba de técnicas de verificación primaria y secundaria. Hoy todas son primarias, pues son igual de importantes

Son signos de intubación esofágica: la auscultación de gorgoteo a nivel epigástrico, la emisión de sonidos articulados (gruñidos, palabras incoherentes), la ausencia de ruidos ventilatorios en ambos hemitórax y la presencia progresiva de distensión abdominal. Ante la presencia del tubo en esófago, se debe retirar y desechar. El personal de salud que no tenga experiencia en el manejo de la vía aérea no debe realizar más intentos de intubación. Como alternativa puede utilizar dispositivos supraglóticos para la permeabilización de dicha vía aérea en espera de un experto en su manejo. La ventilación asimétrica de los hemitórax a la auscultación es un signo de intubación endobronquial.

## Oxigenoterapia postintubación

Al estar intubado, el BVM se conecta al tubo orotraqueal y a la conexión de oxígeno.

Se debe disponer de un flujo de oxígeno aproximado de 10 L/min, el cual supe las necesidades ventilatorias de oxígeno y suministra una fracción inspirada del 100%.

Administrar, presionando la bolsa del BVM, un volumen corriente aproximado de 6ml/kg, con una frecuencia de 10 a 12 por minuto y duración aproximada de cada presión sobre la bolsa de 1,5 s. No hiperventilar. Se debe proveer una presión del balón que permita la expansión torácica, sin sobrepasar la presión de 20cm de agua sobre la vía aérea.

Si está con esfuerzos inspiratorios, se le apoya con solo 10 a 12 frecuencias ventilatorias, teniendo en cuenta que estas deben administrarse en forma de

apoyo durante el inicio del respectivo esfuerzo inspiratorio. El resto de los esfuerzos inspiratorios no se apoyan.

En reanimación cardiopulmonar las ventilaciones se administran con una frecuencia de 8 a 10 respiraciones por minuto, independientemente de las compresiones torácicas (**tabla 1**).

Tabla 1.

Secuencia de intubación rápida

<b>Secuencia de intubación rápida</b>	
<b>Tiempo</b>	<b>Acción</b>
- 10 minutos	Preparación
- 5 minutos	Preoxigenación
- 3 minutos	Pretratamiento
Cero 0	Parálisis con inducción
+ 20-30 segundos	Protección
+ 45 segundos	Posicionamiento del tubo
+ 1 minuto	Posintubación

Tomada: Walls y Murphy.

## **6.9. MEDICAMENTOS PARA REALIZAR INTUBACIÓN**

La intubación orotraqueal requiere que el paciente sea llevado hacia un estado en el cual tolere procedimientos no placenteros, mientras mantiene una adecuada función cardiopulmonar. Estos objetivos se alcanzan al administrar al paciente un medicamento sedante y un analgésico; sin embargo, en ciertas ocasiones es indispensable el uso de un miorrelajante.

Medicamentos sedantes:

La sedación está indicada en todos los casos, excepto en estado de coma con puntuaciones en la escala de Glasgow de 3o ante un paro cardiorrespiratorio. Los medicamentos más frecuentemente empleados son las benzodiacepinas, pero se dispone de un grupo variado de fármacos con perfiles muy seguros: tiopental, etomidato, propofol y quetamina.

#### Benzodiacepinas:

Son medicamentos que ejercen su efecto a través del principal neurotransmisor inhibitorio, GABA. Sus principales efectos son la inducción de amnesia y sedación. Son los más utilizados por sus efectos ansiolíticos, hipnóticos y anticonvulsivantes. A demás producen amnesia anterógrada, leve relajación muscular y disminución de la presión intracraneana. Sin embargo, su inicio de acción puede tardar algunos minutos, lo que no los convierte en la primera elección. Entre los medicamentos de fácil consecución y elevada biodisponibilidad por vía intravenosa se encuentran el midazolam y el diazepam. El midazolam es el que tiene un efecto más rápido en el sistema nervioso central debido a su liposolubilidad.

#### Midazolam:

Dosis de inducción: de 0,2 a 0,3mg/kg.

Tiempo de inicio del efecto: de 60 a 90 s.

Duración del efecto: de 15 a 30 min.

#### Diazepam

Dosis de inducción: de 0,3 a 0,6mg/kg.

Tiempo de inicio del efecto: de 1 a 5 min.

Duración del efecto: de 15 a 30 min.

Estos medicamentos pueden provocar depresión respiratoria, disminuyendo esencialmente la frecuencia y el volumen respiratorio. Además, deprime el sistema cardiovascular con la consecuente disminución de la presión arterial, el gasto cardíaco y la resistencia vascular periférica, situaciones que son más intensas y frecuentes en individuos hipoalbuminémicos, hipovolémicos y en ancianos, por lo cual se debe administrar en estos individuos en dosis bajas y con fluidoterapia.

### Analgesia Opioides

Son los medicamentos más utilizados en situaciones de urgencia. Son sedantes y analgésicos, debido a que actúan sobre los receptores de opioides en el sistema nervioso central, que pueden ser muy útiles como adyuvantes en la intubación de pacientes con dolor intenso. Proveen gran estabilidad hemodinámica. A grandes dosis causan inconsciencia y no producen amnesia.

### Fentanilo

Dosis de inducción: de 1 a 3 mcg/kg.

Tiempo de inicio del efecto: de 2 a 3 min.

Duración del efecto: de 30 a 60 min.

Puede causar rigidez de la pared torácica (tórax leñoso), que se produce después de la administración de grandes bolos y se trata de forma eficaz con relajantes muscular. No altera de forma importante la función cardiovascular, aunque pueden producir bradicardia y un leve descenso de la presión arterial. Adicionalmente, a nivel cerebral reduce el consumo de oxígeno, el flujo sanguíneo cerebral y la presión intracraneal. Además bloquea la liberación de las hormonas del estrés (catecolaminas, hormona antidiurética y cortisol), situación que puede beneficiar a los pacientes con enfermedades críticas. También atenúa la respuesta simpática inducida por el procedimiento de la laringoscopia.

### Inductores Propofol

Dosis de inducción: 1,5mg/kg.

Tiempo de inicio del efecto: de 15 a 45 s.

Duración del efecto: de 5 a 10 min.

Es un alcohol con propiedades hipnóticas, es extremadamente liposoluble y refuerza la unión GABA-receptor.

Posee propiedades antieméticas, antipruríticas, anticonvulsivantes, neuroprotectoras (disminuye el metabolismo cerebral en un 50%, al igual que la presión intracerebral y el flujo sanguíneo cerebral). Es el inductor que más disminuye la presión arterial sistémica, inotrópico negativo, produce bradicardia (en ocasiones asistolia y riesgo de muerte en  $1,4 \times 100.000$ ), depresión respiratoria (apnea en el 25 a 35%), no afecta la función renal ni hepática, disminuye la presión intraocular y no afecta la coagulación. Ante la presencia de pacientes hemodinámicamente inestables no se considera medicamento de primera elección. En caso de ser empleado en este grupo, su dosis debe disminuirse a la mitad.

Etomidato

Dosis de inducción: de 0,3 a 0,6mg/kg.

Tiempo de inicio del efecto: de 15 a 45 s.

Duración del efecto: de 3 a 12 min.

Es un derivado del imidazol, con efecto en el sistema nervioso central, refuerza el complejo GABA-receptor, inhibiendo así los estímulos excitatorios. Produce rápido despertar por efecto de la redistribución.

Su principal beneficio es la estabilidad hemodinámica debido a los mínimos cambios en el gasto cardiaco y resistencias vasculares. Reduce el flujo sanguíneo

cerebral como consecuencia de 2 mecanismos: disminución del metabolismo cerebral en un 25-35% y vasoconstricción cerebral directa. Produce menos depresión respiratoria que otros inductores.

Tiopental

Dosis de inducción: 3mg/kg.

Tiempo de inicio del efecto: hasta 30 s.

Duración del efecto: de 5 a 10 min.

Derivado del ácido barbitúrico, actúa en el sistema nervioso central activando el receptor GABA.

Su efecto sistémico más relevante es en el cerebro: disminuye el metabolismo cerebral hasta en un 50%, el flujo sanguíneo cerebral y la presión intracraneana.

Otros mecanismos de neuroprotección son la reducción del influjo de calcio, el bloqueo de los canales de sodio, la inhibición de radicales libres y la inhibición del paso de glucosa a través de la barrera hematoencefálica. Efectos adversos: disminuye la presión arterial, causa depresión respiratoria, liberación de histamina y precipita crisis.

Ketamina

Dosis de inducción: 1,5mg/kg.

Tiempo de inicio del efecto: de 45 a 60 s.

Duración del efecto: de 10 a 20 min.

Derivado de la fenciclidina, produce anestesia disociativa por acción antagónica en el receptor NMDA, posee efectos analgésicos, favorece la estabilidad hemodinámica y tiene pocos efectos respiratorios. También actúa sobre los



receptores de opioides en el sistema nervioso central, lo que explica su efecto analgésico. También causa relajación directa del músculo liso bronquial. Al igual que el etomidato, es ideal para emplear en pacientes con choque y trauma mayor.

#### Relajantes musculares y la intubación de inducción rápida

Durante la intubación, la principal indicación para el uso de agentes miorelajantes es en el paciente consciente que no se relaja adecuadamente y no permite las maniobras de introducción del tubo orotraqueal. En el servicio de urgencias todo paciente debe ser considerado como portador de estómago lleno, ya que en la mayoría de los casos se desconoce la hora de la última ingesta alimentaria. Tal concepto establece el uso rutinario de medicamentos que permitan un rápido inicio de la relajación muscular, tal como succinilcolina y rocuronio, lo que reduce la incidencia de broncoaspiración.

Consideraremos pacientes con riesgo de broncoaspiración en caso de falta de seguridad sobre la hora de la última ingesta, estómago lleno (menos de 8h de ayuno), traumatismos, enfermedad intraabdominal, obstrucción intestinal, paresia gástrica, enfermedades esofágicas, reflujo sintomático, embarazo, obesidad, falla renal, diabetes mellitus y quemaduras extensas. Para administrar relajantes musculares debe contarse con personal idóneo en el manejo de la vía aérea, con conocimiento de las indicaciones y contraindicaciones de los medicamentos y destreza en el manejo de todos los dispositivos mencionados antes. Los relajantes musculares causan parálisis total de la musculatura y supresión del movimiento de la caja torácica, lo que obliga a realizar una intubación orotraqueal antes de 30 s, pero idealmente antes de 10 s.

#### Relajantes musculares Succinilcolina

Dosis de inducción: 1,5mg/kg.

Tiempo de inicio del efecto: 45 s.

Duración del efecto: de 6 a 10 min.

Su mecanismo de acción se basa en la unión a los receptores de acetilcolina de la placa neuromuscular, que producen su despolarización y ocasionan parálisis muscular. Tiene diferentes efectos adversos como fasciculaciones, hipercalemia, bradicardia, bloqueo neuromuscular prolongado, hipertermia maligna y espasmo maseterino. Su uso se contraindica en pacientes que cursen con enfermedades o antecedentes que predispongan a las situaciones anteriormente mencionadas (quemaduras, desnervación, sepsis, miopatías, antecedentes personales o familiares de hipertermia maligna, etc.).

Rocuronio

Dosis de inducción: 1,2mg/kg.

Tiempo de inicio del efecto: de 60 a 75 s.

Duración del efecto: de 40 a 60 min.

El rocuronio es un bloqueante neuromuscular no despolarizante y su acción farmacológica consiste en competir con la acetilcolina en los receptores nicotínicos postsinápticos de la unión neuromuscular y bloquear la acción de esta.

El rocuronio tiene metabolismo hepático, lo cual establece su contraindicación en casos de insuficiencia de este órgano. En general es un medicamento muy seguro y de larga duración. En pacientes con contraindicación para el uso de la succinilcolina, el rocuronio es el medicamento de elección; sin embargo, una vez que el paciente está con relajación muscular y es difícil de intubar y de ventilar, se pone en riesgo su vida. Con la dosis aplicada de rocuronio puede tardarse más de 30 min (comparado con 8 a 10 min de succinilcolina), tiempo en el cual el paciente habría fallecido por hipoxemia.

Ahora se cuenta con sugamadex, una ciclodextrina que encapsula los relajantes musculares no despolarizantes aminoesteroides como el rocuronio. Su inicio de acción es inmediato y la recuperación del 90% del tren de cuatroes alrededor de

los 3min con una dosis de 16mg/kg, lo que lo convierte en una gran alternativa para el uso en intubación de secuencia rápida.

#### Mantenimiento farmacológico posintubación

Luego de la intubación se pueden administrar al paciente medicamentos sedantes y analgésicos, tal como la combinación de una benzodiazepina y de un opioide en forma de infusión continua, procedimiento que se realiza bajo constante vigilancia médica. El objetivo y grado de la sedación-analgesia está basado en el criterio médico, el cual se fundamenta en mantener a los pacientes sin dolor, orientados, tranquilos, cooperadores o dormidos que respondan órdenes, mas no conservarlos ansiosos, agitados, inquietos o dormidos sin respuesta a estímulos

### **7. DESTETE DE LA VENTILACION MECANICA EN NEONATOS**

La ventilación mecánica es una terapia de soporte vital que tiene como objetivo mantener la adecuada ventilación alveolar y un intercambio gaseoso efectivo en pacientes críticos; la ventilación mecánica mejora la sobrevida de los pacientes que a requieren, sin embargo, esta puede producir complicaciones como daño pulmonar, neumonía y disfunción del ventrículo derecho, por tal razón la desconexión de la ventilación mecánica debe hacerse tan pronto como el paciente sea capaz de sostener su respiración espontanea. En pediatría, la eficacia de los protocolos de destete es controvertida; el empleo del protocolos reduce el tiempo para el destete respecto a la intervención guiada por el médico intensivista, además, el exceso de uso de fármacos sedantes retrasan el tiempo de destete lo que representa un problema importante ya que prolonga la estancia en el respirados. Está demostrado que la implementación de protocolos de sedación controlados y bien administrados reducen la duración de VM, la estancia en UCI, la dosis total de sedantes y la incidencia de síndrome de abstinencia; además de una evaluación diaria contribuyen a la retirada de VM.

## **7.1. TÉCNICAS DE DESTETE**

El método más empleado en pediatría es la reducción gradual de los parámetros del respirador mientras se encuentra activa la modalidad de ventilación intermitente (SIMV), por medio de esta práctica, el retiro de la VM se realiza cuando se alcanzan bajos niveles de frecuencia respiratoria, de este modo suele programarse con una presión soporte, la cual garantiza el volumen tidal específico de acuerdo a las necesidades del paciente y podría disminuir el trabajo respiratorio adicional impuesto por el tubo endotraqueal y el circuito del respirador mecánico.

Fases del destete:

Fase de predestete.

Fase de destete en curso.

Fase de extubación.

Fase post extubación

### **7.1. FASE DE PREDESTETE.**

Se caracteriza por seleccionar al paciente listo para iniciar el proceso, preferiblemente en horas de la mañana, teniendo en cuenta la decisión del colectivo después de la discusión de casos. Deben cumplirse las siguientes condiciones generales:

1. Mejoría del cuadro clínico que lo llevó a la insuficiencia respiratoria.
2. Estado de conciencia según nivel de sedación 0 y 1 de SAS (anexo 2).
3. Ausencia de fiebre o hipotermia.
4. Estabilidad hemodinámica. Se aceptan dosis bajas de aminos, a razón de 2,5 µg/kg/min de dopamina®, dobutamina® y nitroglicerina®, se excluye norepinefrina.
5. Parámetros de laboratorio dentro de límites cercanos a la normalidad: Hb

(superior a 80 g/L), glucemia (3,3-10 mmol/L), creatinina (70-140 mmol/L), pH (7,32-7,46), HCO<sub>3</sub>(21-25 mmol/L), PaO<sub>2</sub> (92-100 mmHg) (12,3-13,3 kPa).

6. Oximetría de pulso entre 92 y 94 %.
7. Elevar la cabecera de la cama a 45°.
8. Aspirar secreciones traqueobronquiales.
9. Suspensión de sedación y relajación.

### **7.3. FASE DE DESTETE EN CURSO**

1. Esta fase comienza con la colocación del paciente en una modalidad ventilatoria de presión soporte inicial, que garantice el volumen corriente necesario para mantener la oximetría de pulso entre 94 y 95 %, independientemente de la modalidad aplicada previamente.

2. Los niveles de presión soporte se disminuirán gradualmente hasta 8 cm, mientras se logre mantener la saturación por oximetría de pulso y volumen corriente adecuados y esto se mantendrá por dos horas. Posteriormente se realiza la prueba de respiración espontánea. Se llenará el modelo de destete durante los primeros 10 min y si no existen signos de intolerancia continuar cada 15 min hasta los 120 min, luego cada una hora.

3. Realizar prueba de respiración espontánea con tubo al aire o separar del ventilador la cánula de traqueostomía, ambos con suplemento de oxígeno que garantice una FiO<sub>2</sub> de 0,3 a razón de 2-3 L/min durante 120 min.

4. Si aparecen los signos de intolerancia señalados a continuación, no continuar con el proceso:

Frecuencia respiratoria (FR) mayor de 35 respiraciones por minuto durante más de 5 min.

Oximetría menor que 90 % durante más de 2 min, con buena señal del pulsioxímetro.

Aumento mantenido del 20 % de la frecuencia cardíaca (FC) respecto a la basal.

Tensión arterial sistólica (TAS) mayor que 180 mmHg (24,0 kPa) o menor que 90 mmHg (12,0 kPa).

Signos de fatiga muscular o fallo de bomba respiratoria: ansiedad, diaforesis, agitación, paradoja abdominal y disminución del nivel de conciencia.

#### **7.4. FASE DE EXTUBACIÓN**

1. Sugerir toser fuertemente durante la retirada del tubo y posterior a ello si aparecen signos de intolerancia conectar nuevamente el paciente al ventilador, en modalidad presión soporte que garantice volumen corriente y mantener oximetría de pulso por encima de 92 %.
2. Evitar el uso de sedantes y relajantes, si es necesario, usar preferiblemente Midazolam® como sedante de acción corta, en bolos a dosis de 0,01-0,02 mg/Kg/h, evitando sedación profunda.

Particularidades del destete, según tipo de paciente:

Destete en el paciente con lesión estructural del sistema nervioso central

Considerar el destete con un FOUR inferior a 6.

Incrementar vigilancia de secreciones y cultivo de las mismas para el diagnóstico temprano de la NAVM.

Evitar períodos de hipoxemia con monitoreo constante de la oximetría de pulso.

El resto de las operaciones, como en la fase anterior.

Destete en enfermedad neuromuscular

Considerar traqueostomía precoz (antes de los 7 días), si no se aprecian posibilidades reales de extubación; de lo contrario alargarlo hasta los 10 días o más, después del inicio de la ventilación mecánica.

Incrementar vigilancia de secreciones y cultivo de las mismas para el diagnóstico temprano de la NAVM.

Evitar períodos de hipoxemia con monitoreo constante de la oximetría de pulso.

Realizar fisioterapia temprana, desde el inicio de la ventilación mecánica, por parte del personal de enfermería y del departamento de fisioterapia.

## **7.5. FASE POST EXTUBACIÓN**

1. Ofrecer apoyo psicológico y seguridad al paciente.
2. Realizar gasometría 30 min después de extubado el paciente o antes, si se considera necesario.
3. Evaluar respuesta ventilatoria disfuncional al destete (anexo 13).
4. Observar si aparece estridor laríngeo, imposibilidad para expectorar y cambios del estado de la conciencia.
5. Si aparece estridor laríngeo, aplicar aerosolterapia con 2 cm<sup>3</sup> de suero salino.
6. Si se presentan signos de broncoespasmo, utilizar aerosolterapia con 1 cm<sup>3</sup> de salbutamol, 2 cm<sup>3</sup> de solución salina al 0,9 %, esteroides parenteral a dosis habituales y epinefrina®.

Signos de intolerancia:

Estos se explorarán durante el proceso.

F C: 20 latidos/min mayor o menor que la basal.

T A S: 20 % mayor o menor que la basal.

F R: mayor de 35 respiraciones por minuto o menor de 10 respiraciones por minuto.

Trastornos del estado mental, somnolencia, agitación, ansiedad, coma.  
Sudoración profusa o rubicundez marcada.  
Retracción intercostal y supraclavicular

## **7.6 ALTA A DOMICILIO**

El alta a domicilio podrá plantearse en el momento en que el paciente presente una estabilidad clínica, tolere un mínimo de 4 horas de ventilación nocturna en el caso de la VNI, no existan complicaciones y se constate que la ventilación es eficiente. Es imprescindible asegurar los controles por parte del equipo multidisciplinar que seguirá el paciente en el centro hospitalario. También es aconsejable una valoración por parte del equipo de Trabajo Social previa al alta, valorando la estabilidad del entorno familiar y el estado del domicilio. De la misma manera, es imprescindible también la coordinación con el centro de Primaria y, muy especialmente

## **7.7. PREPARACIÓN DE LA FAMILIA Y DE LOS EQUIPOS DE ATENCIÓN PRIMARIA**

En España, la familia es el pilar básico para la provisión de cuidado en el paciente pediátrico en VMD, como lo es en otros tipos de paciente con enfermedades crónicas. La participación de la familia en la terapia es fundamental para la aceptación de la VMD por parte del paciente y para la integración sin limitaciones del niño en la escuela y en la sociedad. Los padres suelen ser las personas que asumen la mayor parte de las tareas y, cuando la dependencia del niño se prolonga mucho en el tiempo, es muy probable que se defina un cuidador principal entre ellos, la persona que asume el mayor peso de los cuidados, la persona reconocida por los demás familiares y profesionales implicados en el cuidado del niño como la persona responsable de los cuidados y que no recibe un salario por el trabajo que desarrolla con el paciente.

Aun cuando haya un cuidador principal, ambos padres deben aprender el manejo y los cuidados del niño dependiente de VMD en el hospital, siendo condición



indispensable para que se pueda indicar el alta que los padres estén preparados y se sientan tranquilos con la situación del niño. Inicialmente se les explican los conocimientos básicos, uso y mantenimiento de los diferentes aparatos y los previsible problemas que pueden suceder. En días sucesivos y hasta el momento del alta, los padres realizan dichas tareas, inicialmente bajo supervisión y después independientemente. Es importante no saturar al paciente y a los familiares-cuidadores con un exceso de información teórica, y puede ser muy útil que los padres vayan enfrentándose poco a poco a situaciones nuevas para resolver aquellas en que necesiten pedir ayuda o solicitar explicaciones adicionales. Antes del alta se pueden dar las instrucciones por escrito, pero también es una buena opción que cada familia escriba sus propias notas adaptadas al paciente y confirmar que han comprendido los conceptos fundamentales de la información dada y especialmente de los cuidados. Los padres, familiares y futuros cuidadores deben aprender los siguientes aspectos:

- Colocación de la interfase y medidas de sujeción necesarias, si se trata de VNI. Manejo de la cánula de traqueostomía, incluyendo cambios y limpieza, si se trata de VMI.
- Vigilancia de fugas y posible mal funcionamiento del respirador.
- Cuidados de la piel, vigilancia de escaras y otros posibles efectos secundarios.
- Funcionamiento y limpieza del respirador y demás equipos asociados (fuentes de oxígeno, humidificador, aspirador de secreciones, monitor, etc.).
- Interpretación de alarmas y ajuste de parámetros respiratorios (si el médico responsable lo considera conveniente).

- Valoración de signos y síntomas que indiquen cambios en la situación respiratoria del niño.
- Actuación en situaciones de urgencia, incluyendo técnicas de reanimación cardiorrespiratoria, si procede.
- Nutrición del niño (valorar si precisa técnicas especiales de alimentación).
- Cuidados y actividades de la vida diaria (aseo, vestido, juego, alimentación, salidas del domicilio y, si es preciso, escolarización).
- Técnicas de rehabilitación física, fisioterapia respiratoria, logopedia y/o terapia ocupacional si precisa.

Los cuidadores de pacientes sometidos a VMI requieren de una formación específica en algunos aspectos. Es necesario que en el momento del alta a domicilio el estoma esté estable, se haya elegido la cánula mejor para el paciente y se haya optimizado la programación del ventilador. Antes del alta es imprescindible que los padres tengan un adecuado manejo en los cuidados de la traqueostomía:

- Limpieza del estoma.
- Cambio de cánula: existe poca información en la literatura médica sobre cuándo hay que cambiar una cánula; en general las recomendaciones se han extraído de opiniones de expertos. Es importante tener en cuenta que la mayor parte de las cánulas usadas en Pediatría no están provista de una cánula interna. Por lo tanto, los cambios pueden ser más frecuentes (en general entre 7 y 21 días) que en un paciente adulto, especialmente si hay situaciones de aumento de secreciones, resto hemáticos o infecciones.

- Aspiración de secreciones: se debe realizar 2-3 veces al día o siempre que haya secreciones. La sonda debe sobrepasar la cánula de traqueostomía unos 0,5 cm. Pueden premarcarse las sondas para facilitar la realización de la técnica. La aspiración se realizará retirando la sonda con movimientos circulares.

Antes de indicar el alta a domicilio es preciso ponerse en contacto con el pediatra responsable del niño en Atención Primaria e informarle de la situación del paciente. Se deberá acordar el seguimiento y las responsabilidades de cada médico para un cuidado integral del niño. Los cuidados de enfermería y una lista con el material que va a necesitar el niño, fundamentalmente material fungible (sondas de aspiración, recambio de cánulas, filtros, gasas, etc.) y fármacos también se deberán comunicar al profesional que realizará seguimiento en el centro de salud. Dependiendo de la comunidad autónoma y de las condiciones específicas contenidas en el contrato con la empresa que gestiona la VMD, el material fungible que se proporciona al paciente puede ser competencia de la empresa concesionaria de la terapia, del centro de salud o del hospital, en la unidad de seguimiento de la VMD. Cada paciente y su familia tiene que tener muy claro dónde y cómo conseguir el material que necesita. El centro de salud es probablemente el centro sanitario más cercano al domicilio del paciente y su pediatra probablemente el médico más cercano: para el bienestar del niño y de su familia es indispensable una buena comunicación entre el médico responsable de la VMD en el hospital y el centro de Atención Primaria. En algunos centros existen equipos de Atención Domiciliaria que ofrecen atención médica y seguimiento del paciente directamente en el hogar del niño.

Es muy importante valorar con el centro de Atención Primaria la posibilidad de visitas a domicilio por parte del pediatra o de la enfermera y evaluar la vivienda habitual del paciente. Los padres deberían en su caso avisar a las diferentes compañías de luz de la dependencia de su hijo de aparatos que funcionan con energía eléctrica, realizar una lista de teléfonos de urgencia para resolver

cualquier tipo de problemas y poseer el material de emergencias necesario según la patología de niño.

## **7.8 MONITORIZACIÓN Y SEGUIMIENTO**

El seguimiento a domicilio del paciente con VMD será a dos niveles: médico y técnico, siendo este segundo punto responsabilidad de la empresa suministradora. El técnico de la empresa deberá realizar visitas a domicilio y la familia debe tener el teléfono para contactar con la empresa ante cualquier fallo técnico. Esta asistencia debe estar garantizada las 24 horas del día. Es importante que exista posibilidad de comunicación entre el equipo médico y la empresa para que esta pueda transmitir a los responsables del paciente si detecta cualquier tipo de problema.

El seguimiento del paciente debe realizarse en centros especializados en el manejo de pacientes ventilados y con un equipo que permita el abordaje multidisciplinar que requieren estos pacientes. Se recomienda que la primera visita tenga lugar entre 2-4 semanas posteriormente al alta. A continuación se establecerá un régimen de visitas en función de las características del paciente y su gravedad.

En los centros con equipo de asistencia domiciliaria puede ser beneficiosa una primera visita 1-2 semanas después del alta, pudiendo así valorar la ventilación en el entorno del paciente, revisando su buen funcionamiento, el cumplimiento y la aparición de posibles complicaciones. En los casos de VMI es recomendable el acompañamiento a domicilio en el momento del alta por parte del equipo de Atención Domiciliaria. Posteriormente, las visitas a domicilio se pueden alternar con las realizadas en el centro hospitalario. En los controles médicos hospitalarios o domiciliarios deben valorarse:

- Enfermedad de base y estado clínico del paciente.

- Estado del equipo de ventilación.
- Idoneidad de las interfases. Este punto es especialmente importante en los niños pequeños, que irán variando el tamaño necesario.

contenidas en el contrato con la empresa que gestiona la VMD, el material fungible que se proporciona al paciente puede ser competencia de la empresa concesionaria de la terapia, del centro de salud o del hospital, en la unidad de seguimiento de la VMD. Cada paciente y su familia tiene que tener muy claro dónde y cómo conseguir el material que necesita. El centro de salud es probablemente el centro sanitario más cercano al domicilio del paciente y su pediatra probablemente el médico más cercano: para el bienestar del niño y de su familia es indispensable una buena comunicación entre el médico responsable de la VMD en el hospital y el centro de Atención Primaria. En algunos centros existen equipos de Atención Domiciliaria que ofrecen atención médica y seguimiento del paciente directamente en el hogar del niño.

Es muy importante valorar con el centro de Atención Primaria la posibilidad de visitas a domicilio por parte del pediatra o de la enfermera y evaluar la vivienda habitual del paciente. Los padres deberían en su caso avisar a las diferentes compañías de luz de la dependencia de su hijo de aparatos que funcionan con energía eléctrica, realizar una lista de teléfonos de urgencia para resolver cualquier tipo de problemas y poseer el material de emergencias necesario según la patología de niño.

## **7.9.- MONITORIZACIÓN Y SEGUIMIENTO**

El seguimiento a domicilio del paciente con VMD será a dos niveles: médico y técnico, siendo este segundo punto responsabilidad de la empresa suministradora. El técnico de la empresa deberá realizar visitas a domicilio y la familia debe tener el teléfono para contactar con la empresa ante cualquier fallo técnico. Esta

asistencia debe estar garantizada las 24 horas del día. Es importante que exista posibilidad de comunicación entre el equipo médico y la empresa para que esta pueda transmitir a los responsables del paciente si detecta cualquier tipo de problema.

El seguimiento del paciente debe realizarse en centros especializados en el manejo de pacientes ventilados y con un equipo que permita el abordaje multidisciplinar que requieren estos pacientes. Se recomienda que la primera visita tenga lugar entre 2-4 semanas posteriormente al alta. A continuación se establecerá un régimen de visitas en función de las características del paciente y su gravedad.

En los centros con equipo de asistencia domiciliaria puede ser beneficiosa una primera visita 1-2 semanas después del alta, pudiendo así valorar la ventilación en el entorno del paciente, revisando su buen funcionamiento, el cumplimiento y la aparición de posibles complicaciones. En los casos de VMI es recomendable el acompañamiento a domicilio en el momento del alta por parte del equipo de Atención Domiciliaria. Posteriormente, las visitas a domicilio se pueden alternar con las realizadas en el centro hospitalario. En los controles médicos hospitalarios o domiciliarios deben valorarse:

- Enfermedad de base y estado clínico del paciente.

- Estado del equipo de ventilación.

  - Idoneidad de las interfases. Este punto es especialmente importante en los niños pequeños, que irán variando el tamaño necesario.

- Presencia de complicaciones.

- Cumplimentación de la ventilación.

  - Efectividad del tratamiento mediante evolución clínica, control gasométrico (habitualmente capilar) y control pulsioximétrico, capnográfico, poligráfico o polisomnográfico, según la disponibilidad y/o necesidad en cada momento.

Acondicionamiento del tratamiento domiciliario y valoración del manejo de los cuidadores en caso de visita domiciliaria.

Bienestar social: estabilidad familiar, escolarización, problemas económicos y asesoramiento sobre las ayudas públicas.

Bienestar psicológico del paciente y cuidadores.

Es imprescindible una comunicación fluida entre el equipo del centro de referencia, el equipo de Atención Primaria, el equipo de Atención Domiciliaria y el delegado de la empresa suministradora. Puede facilitar la transmisión de la información que esta esté registrada en un libro, página web de referencia o USB.

## **8. ATENCIÓN DE ENFERMERÍA EN UCI NEONATAL**

En el servicio de UCI neonatal requiere una estricta asepsia antes los procedimientos invasivos que se puedan presentar en el neonatal, por lo que unos de los objetivos en los cuidados de Enfermería que se le plantea a los enfermeros, es combatir contra las posibles apariciones de infecciones ante el alto riesgo que presenta este tipo de población, por lo que su prevención es de vital importancia.

La mortalidad neonatal constituye un elevado porcentaje en la mortalidad infantil, calculando la OMS unos 5 millones de muertes al año de recién nacido en todo el mundo y siendo la infección neonatal su principal causa.

La canalización venosa es fundamental en el tratamiento de los cuidados neonatales ingresados en la unidad de cuidados intensivos, administrándose hemoderivados, nutrición parenteral, fármacos así como una hidratación óptima en función de su requerimiento. Aunque resulte primordial la canalización venosa para un tratamiento adecuado del neonato, aproximadamente el 90% de las infecciones del torrente sanguíneo está asociado a la canalización venoso periférica.

Hay que tener en cuenta que el recién nacido es muy susceptible al desarrollo de infección por presentar un sistema inmune deficiente, dando lugar a una sepsis

debido a la invasión en el torrente sanguíneo como puede ser virus, bacterias, hongos y parásitos.

Los neonatos ingresado en la unidad de cuidados intensivos presentan una mayor probabilidad de sufrir infecciones nosocomiales sobre todo en aquellos que presentan un bajo peso al nacer o en pretermino, por lo que es importante llevar en esta unidad un cumplimiento profiláctico adecuado para evitar tal desenlace.

Por tratarse de un tema de interés, el cumplimiento de los cuidados profilácticos de Enfermería para su prevención.

### VALORACIÓN AL INGRESO

Paciente pretérmino con NHC 1217026 (36 semanas) trasladado de urgencias del Complejos Hospitalario de Jaén. Ingresó el día 11 de Marzo a las 17:30 de la tarde, por una taquicardia fetal mantenida, tras haberle realizado a la madre cesárea de carácter urgente.

### VALORACIÓN SEGÚN LAS NECESIDADES DE VIRGINIA HENDERSON.

Necesidad de respiración.

Al paciente se le han tenido que colocar unas gafas nasales de oxígeno ya que presenta empieza a presentar taquicardia (en torno las 180-200 pulsaciones por minuto), la saturación de oxígeno a 70-80%. Lleva colocada un ritmo de 0,25 litros por minuto.

Necesidad de alimentación e hidratación.

Se le deja a dieta absoluta por una posible realización de cardioversión, se le coloca una sonda nasogástrica abierta, con bolsa. A lo largo del día tolera alimentación, la cuál se vuelve a suspender ya que presenta vómitos.

Necesidad de eliminación.



El paciente orina de forma adecuada, presentando una orina clara y sin restos de sangre o material normal. Lleva pañales, debido a su corta edad.

Necesidad de movimiento.

El paciente se puede mover sin ningún tipo de restricción de movimientos ya que no está sometido a ningún dispositivo que impida sus movimientos. En este caso el paciente tiene colocado unas gafas nasales, las cuales no restringen tales movimientos..

Necesidad dormir y descansar.

El paciente duerme bien y se puede apreciar que el sueño que coge es reconciliador. En el box consta de paredes herméticas las cuales permanecen cerradas para aislar al paciente de ruidos externos de la planta.

Necesidad de vestirse y desvestirse.

El paciente no es capaz de vestirse ni de desvestirse debido a la etapa de desarrollo que se encuentra (recién nacido).

Necesidad de mantener la higiene y proteger la piel.

Al paciente se le aplicó una cardioversión (debido a la taquicardia), y se le produjo unas quemaduras superficiales en las zonas donde se le realizó tal procedimiento. El personal de Enfermería lava al paciente debido a que el por el mismo no puede realizarlo por su etapa de desarrollo en la que se encuentra (recién nacido).

### **Cuidados básicos del paciente en UCI**

El paciente crítico necesita también cuidados diarios encaminados a satisfacer las necesidades básicas alteradas por su estado patológico.

Partiendo de la situación de compromiso vital, los cuidados de nuestro paciente crítico se regirán bajo los criterios de prioridad, continuidad y sistematización.

Una correcta organización de dichos cuidados implica asignarlos a un turno específico (mañana, tarde, noche).

Tener en cuenta las peculiaridades implícitas en los cuidados a pacientes según su patología y área de ingreso (UCI coronaria, UCI polivalente, UCI pediátrica).

### **Cuidados diarios**

Entre los cuidados generales del paciente crítico a realizar **en todos los turnos** encontramos:

Participar del relevo de enfermería para conocer la evolución del paciente durante las últimas 24 horas.

Especial interés en la realidad inmediata (el último turno).

Aplicar los cuidados planificados para el paciente.

Usar el tratamiento médico prescrito y colaborar con el médico en procedimientos diagnósticos y terapéuticos.

Cumplimentar los registros de enfermería de la unidad: gráfica, plan de cuidados, hoja de evolución, etc.

Controlar y registrar las constantes vitales.

Actuar ante situaciones de amenaza vital inmediata.

Verificar la nutrición del paciente: tolerancia, tipo de dieta, sensación de apetito.

Dar respuesta adecuada a las demandas del paciente y de la familia y asegurar que disponen de los recursos para hacérselas llegar.

Movilizar al paciente de forma segura cuando así esté indicado (cambios posturales, levantar al sillón).

Asegurar una correcta higiene del paciente, especialmente antes y después de las comidas (manos, boca)

Higiene si se requiere por (diarrea, vómitos, diaforesis)

Comprobar el correcto cumplimiento de las medidas de aislamiento por parte del personal, del paciente y de los familiares.

Para desarrollar este punto más ampliamente, hay que basarse en unos puntos importantes como son la higiene, cuidados del entorno y la movilización.

Higiene del paciente

Al realizar la higiene del paciente se persiguen varios objetivos:

La higiene permite eliminar secreciones y excreciones corporales reduciendo el número de microorganismos patógenos transitorios y el riesgo de infección.

Favorece el bienestar del paciente, mejorando su autoimagen y autoestima y el estado de confort.

Al realizar la higiene del paciente crítico se debe partir de la capacidad de autocuidado del mismo, estimulando siempre su independencia y supliendo sólo aquellas funciones en las que el paciente es dependiente.

La higiene completa se realizará al menos una vez al día y tantas veces como sea necesario.

En ella colaborará todo el equipo de enfermería responsable de ese paciente (enfermeras y técnicos en cuidados auxiliares en enfermería) con la colaboración del celador/es.

Antes de iniciar la higiene, la enfermera se informará del estado del paciente y de todas aquellas particularidades del mismo que deban ser tenidas en cuenta durante la técnica

Ejemplo: (paciente con PIC elevada, politraumatizado, postoperatorio cardiaco, arritmias, etc.)

Durante la higiene del paciente encamado, la enfermera se encargará especialmente de la correcta movilización y manipulación del mismo.

Prestando especial interés a la protección de vías, drenajes, tubuladuras, apósitos, etc.

En caso de higiene y movilización de pacientes intubados, la enfermera mantendrá durante todo el proceso de movilización la fijación manual del tubo endotraqueal para evitar su desplazamiento accidental.

Por cualquier alarma del respirador, se debe parar el proceso de higiene y se resolverá la situación que ha provocado dicha alarma (aspiración de secreciones, desconexión accidental, falta de sedación y/o relajación).

En la higiene y movilización de pacientes politraumatizados, la enfermera será la encargada del correcto mantenimiento del eje cabeza-cuello-tronco en cualquier manipulación del paciente, manteniéndose a la cabeza del mismo mientras hace sujeción bimanual del cuello.

La enfermera será la encargada de dirigir las maniobras y de que todo el equipo actúe de forma sincronizada y bajo su dirección.

En caso de tracción de fracturas, la enfermera habrá de cerciorarse que no se pierde la tracción en ningún momento de la maniobra.

Durante la higiene del paciente, la enfermera valorará el estado de la piel y mucosas del mismo, prestando especial interés a la aparición de signos de úlceras por presión (UPP) en estadios iniciales.

Para ello puede usar escalas de valoración como la de Norton o la de Braden.

En pacientes encamados y conectados a ventilación mecánica se debe prestar especial interés a la higiene de ojos y boca.

No se debe olvidar el lavado de pelo al menos una vez a la semana y siempre que el paciente lo necesite.

## Cuidados del entorno

Este punto podría desarrollarse en base a la teoría de Florence Nightingale (considerada madre de la enfermería).

Se trata pues de poner al paciente en las mejores condiciones ambientales posible para así favorecer la curación.

Entre estos estímulos ambientales tenemos que tener en cuenta la humedad, evitándola.

Disminuir la cantidad de luz y de ruido, en la medida en que nos sea posible, para así favorecer el descanso. Intentar disminuir la cantidad de estímulos en general.

Por último, se tendrá en cuenta la renovación de aire, ventilando las estancias.

#### Movilización:

La inmovilización (a menudo terapéutica) es uno de los grandes problemas que se encuentra en el paciente crítico.

*Los efectos de una inmovilización prolongada se pueden ver en todos los sistemas del organismo:*

- Atelectasias
- Infección respiratoria
- Embolias y trombosis
- Acidosis respiratoria
- Úlceras por presión
- Atrofia muscular
- Contracturas
- Estreñimiento
- Alteración nutricional
- Discinesia
- Deshidratación
- Infecciones urinarias
- Litiasis
- Deprivación sensorial

Realizar movilizaciones pasivas progresivas para evitar el tiempo de reposo y mantener los músculos activos.

Mantener al paciente en posición anatómica con las articulaciones en posición neutra para evitar disfunciones motoras posteriores.

Un claro ejemplo es el caso del pie equino.

Planificar cambios posturales cada 2-3 horas, espaciándolos en el horario nocturno si suponen un trastorno para el descanso del paciente.

Conforme el paciente va mejorando, programar ejercicios isométricos y reentrenamiento ortostático.

Realizar ejercicios de fisioterapia respiratoria salvo contraindicación médica.

En caso de paciente politraumatizado, se realizarán movilizaciones sólo cuando sea estrictamente necesario y siempre manteniendo la alineación corporal con especial precaución del eje cabeza-cuello-tórax.

En toda movilización del paciente se seguirán las normas ergonómicas que ayuden a evitar lesiones a corto o largo plazo.

## Complicaciones

Entre las posibles complicaciones del paciente crítico durante la higiene, los traslados o los cambios posturales, se destacan las siguientes:

Desadaptación del respirador (aumento de frecuencia respiratoria, disminución del volumen minuto, aumento de presión pico en vía aérea)

Hipotensión o hipertensión

Bradycardia o taquicardia

Arritmias cardíacas

Aumento de la presión intracraneal (PIC)

Retirada accidental de sondas, drenajes, catéteres o tubos

Hemorragia

Parada cardiorrespiratoria

## 9.- CONCLUSIÓN

Al finalizar la investigación, concluyo que el concepto que se pretende incorporar es el tratamiento oportuno de la vía aérea en los pacientes críticos en el servicio

de urgencias, donde se pueda reconocer precozmente el paciente candidato a intubación orotraqueal temprana, aplicando la mnemotecnica A-B-C-D propuesta para la intervención, el manejo farmacológico y los cuidados pos intubación. Dicha nemotecnica nos ayudará a tener presente de manera ágil los requerimientos básicos para realizar una adecuada intubación bajo la presión del tiempo y la condición crítica del paciente. Puede ser muy útil la estrategia que proponemos, ya que es de reconocimiento universal el A-B-C-D, solo que en nuestro caso está enfocado a la vía aérea.

Debemos tener presente que anticiparse al evento es fundamental para disminuir el margen de error en la práctica clínica en el servicio de urgencias, e incluye entrenamiento del personal médico y auxiliar en el conocimiento y manejo de los equipos de vía aérea, la presentación y las dosis de los medicamentos. A la hora de la elección de fármacos existen alternativas diferentes y mejores que la combinación de lidocaína, fentanilo y midazolam usadas en muchas instituciones, que permiten controlar más de cerca las variables fisiológicas que se ven alteradas luego de la manipulación de la vía aérea. La disposición de todos los elementos necesarios para la correcta atención de los pacientes permite disminuir la respuesta ante las urgencias y entonces podremos hablar de un «rápido» actuar y, en el caso específico de la vía aérea, hablar de intubación con inducción rápida.

También podemos concluir que, luego de hacer una revisión ampliada de la literatura de 1990 a 2015, los cambios más relevantes en el proceso de secuencia de intubación aplican a su cambio de nombre, ya que la parte operativa se conserva, al igual que la estructura funcional del procedimiento. Vemos cambios en la agregación de dispositivos para enfrentar una vía aérea difícil, pero estos serían parte de otra revisión. Por lo tanto, consideramos que lo más importante y pertinente queda plasmado en nuestra revisión.

Cuando se está al cuidado de un paciente crítico, la situación del paciente puede ser inestable y los cuidados que necesita varían de un momento a otro. Delante de todas estas nuevas modalidades y de las modalidades clásicas, el equipo

asistencial debe valorar la interacción paciente-ventilador, con la finalidad de escoger aquella modalidad ventilatoria que permita una situación óptima a nivel del intercambio de gases, hemodinámico, de actividad muscular, a la vez que consiga disminuir la disnea, la hiperinsuflación, la sobrecarga de la musculatura respiratoria, así como los riesgos de toxicidad de oxígeno, barotrauma e infección nosocomial. El conocimiento de los ventiladores y de las distintas modalidades repercute en la aplicación del plan de cuidados específico y de esta forma se asegura el máximo beneficio para el paciente en VM, al prevenir las complicaciones y mantener los procesos vitales. La ventilación mecánica es una opción excepcional que ha permitido salvar miles de vidas y aumentar la sobrevivencia a nivel de todas las edades. El reto es optimizar su uso, para minimizar sus complicaciones y efectos adversos. Los avances en la tecnología para utilización en terapéutica médica traen enormes ventajas, al brindar nuevas alternativas de manejo a variadas patologías; sin embargo, su utilización acarrea riesgos, que se deben asumir como nuevos retos para la medicina.

Los recién nacidos prematuros tienen mayor riesgo de alteraciones del desarrollo neurológico en relación a los recién nacidos a término. La calidad de las experiencias precoces altera la función y la estructura cerebral (26, 30). El estrés aumenta con la intrusión de los procedimientos en las UCIN, por tanto, es importante conocer las respuestas fisiológicas al estrés y minimizarlo. El cuidado postural del recién nacido prematuro en la incubadora contribuye a una mayor conciencia por parte del equipo sobre el nivel de estrés del niño, y a su vez, ayudar a encontrar al bebé su estado de calma con mayor facilidad.

Los cuidados neonatales son de crucial importancia en su evolución tanto a corto como a largo plazo. De ahí la necesidad de formación y unificación de los equipos.

En España, existe un interés creciente por los CCDF para los que son imprescindibles una continua sensibilización y difusión de la aplicación de estos cuidados. La Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital de Sant Pau forma parte de los centros que tienen incorporados estos cuidados en España. La



aplicación de estos cuidados no es difícil ni precisa de grandes inversiones económicas, sino de participación, formación y esfuerzo para implantar medidas de mejora en el beneficio de los recién nacidos prematuros y de su familia. La ventilación mecánica constituye una herramienta fundamental en el manejo de la falla respiratoria grave, siendo su uso cada vez más frecuente en las unidades de cuidado intensivo pediátrico. Es esencial para el pediatra que trabaja en cuidados intensivos, entender las diferencias fisiológicas entre un paciente pediátrico y un adulto. Por otro lado, el médico debe conocer la fisiopatología de la enfermedad que llevó al paciente a conectarse a un respirador, para de esta manera entender la interacción del ventilador con el resto de las variables fisiológicas. El entendimiento de las diversas patologías y del funcionamiento del ventilador con sus diversas modalidades y parámetros, permitirán un buen manejo y cuidado del paciente ventilado, con una disminución de las complicaciones y un mayor éxito en el tratamiento de la causa que motivó la conexión. La evaluación continua de la evolución del paciente, deberá conducir a un óptimo manejo de la ventilación, permitiendo un proceso de retirada, el que a través de la suma del juicio clínico y mediciones objetivas, permitirá finalizar la ventilación con una extubación exitosa

## **10.-BIBLIOGRAFIA**

### **10.1. BASICA:**

Ministerio de Sanidad y Política Social. Unidad de cuidados intensivos, Estándares y recomendaciones. Madrid: Ministerio de Sanidad y Política Social; 2010.

Therapeutic modalities in the treatment of the patient with acute respiratory dysfunction. En: Joan T, Dolan, eds. Critical Care Nursing. Clinical management through the nursing process. USA: FA Davis Company; 2012. p. 611-37.

Kacmarek RM. El ventilador mecánico. En: Net A, Benito S, eds. Ventilación mecánica. 3.ª ed. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica; 1998. p. 293-332.

- Esteban A, Anzueto A, Alía I, et al. Clinical characteristics of patients receiving mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2017;159:A47.
- Benito S. Sustitución total de la ventilación. En: Net A, Benito S, eds. *Ventilación mecánica*. 3ª ed. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica; 2015. p. 70-9.
- Groeger JB, Levinson MR, Carlon GC. Assist control versus synchronized intermittent mandatory ventilation during acute respiratory failure. *Crit Care Medicine* 2013;17:607-12.
- Brochard L, Rauss A, Benito S, Conti G, Mancebo J, Rekić N, Gasparetto A, Lemaire F. Comparison of three methods of gradual withdrawal from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2014;150:896-903.
- Esteban A, Frutos F, Tobin MJ, Alía I, Solsona F, Vallverdú I, Fernández R, De la Cal MA, Benito S, Tomas R, Carriedo D, Macías D, Blanco J. A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation. *N Engl J Med* 2015;332: 345-50.
- Knebel AR, Janson-Bjerklie S, Malley J, Wilson A, Marini JJ. Comparison of breathing comfort during weaning with two ventilatory modes. *Am J Respir Crit Care Med* 2014;150: 896-903.
- Brochard L, Pluskwa F, Lemaire F. Improved efficacy of spontaneous breathing with inspiratory pressure support. *Am Rev Respir Dis* 2016;136:411-5.
- Brochard L, Harf A, Lorini H, Lemaire F. Inspiratory pressure support prevents diaphragmatic fatigue during weaning from mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis* 2015;139:513-21.
- Marini JJ. Pressure-controlled ventilation. En: Tobin MJ, ed. *Principles and Practice of Mechanical Ventilation*. New York: McGraw-Hill; 2014. p. 305-17.
- Blanch PB, Jones M, Layot, et al. Pressure-preset ventilation. Part 1: Physiologic and mechanical considerations. *Chest* 2012;104:590-9.

Blanch PB, Jones M, Layot, et al. Pressure-preset ventilation. Part 2: Mechanics and safety. *Chest* 2015;104:904-12.

Lain DC, Di Benedetto R, Morris SL, et al. Pressure-control inverse-ratio ventilation as a method to reduce peak inspiratory pressure and provide adequate ventilation and oxygenation. *Chest* 2011;95:1081-7.

American Association for Respiratory Care Consensus Group. Essentials for mechanical ventilation. *Respir Care* 2017;37: 1000-9.

American College of Chest Physicians Consensus Group. Mechanical ventilation. *Chest* 2016;104:1833-59.

MacIntyre Neil R. New modes of mechanical ventilation. En: Nahum A, Marini JJ, eds. *Clinics in Chest Medicine. Recent advances in Mechanical Ventilation*. USA: WB Saunders Company; 2015. p. 411-22.

Mancebo J, Vallverdú I, Bak E, et al. Volume-controlled ventilation and pressure-controlled inverse ratio ventilation: A comparison of their effects in ARDS patients. *Monaldi Arch Chest Dis* 2015;49:201-7.

Conti G, Alampi D, Epifania A, Falco C. Hipercapnia permisiva. En: Net A, Benito S, eds. *Ventilación mecánica*. 3ª ed. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica; 2015. p. 141-7.

Marini JJ. Evolving concepts in ventilatory management of ARDS. En: Nahum A, Marini JJ, eds. *Clinics in Chest Medicine. Recent advances in Mechanical Ventilation*. USA: WB Saunders Company; 2014. p. 555-76.

Hickling KG, Henderson SJ, Jackson R. Low mortality associated with permissive hypercapnia in severe adult respiratory syndrome. *Intensive Care Med* 2012;16:372-7.

Hickling KG. Low-volume ventilation with permissive hypercapnia in the adult respiratory syndrome. *Clin Intensive Care* 2012;3:67-78.

Hickling KG, Walsh J, Henderson SJ, Jackson R. Low mortality rate in adult respiratory syndrome using low-volume, pressure-limited ventilation with permissive hipercapnia: a prospective study. *Crit Care Med* 2014;22:1568-78.

- Amato MBP, Barbas CSV, Medeiros D, et al. Beneficial effects of the «open lung approach» with low distending pressures in acute respiratory distress syndrome. A prospective randomized study on mechanical ventilation. *Am J Resp Crit Care Med* 2015;3:2015-46.
- Brochard L, Roudot-Thoraval F, Roupie E, et al. Tidal volume reduction for prevention of ventilator-induced lung injury in acute respiratory distress syndrome. The multicenter Trail Group on Tidal Volume reduction in ARDS. *Am J Respir Crit Care Med* 2011;6:1831-8.
26. Hewlett AM, Platt AS, Terry VG. Mandatory minute volume. *Anaesthesia* 2017;32:163-9.
- Laaban JP, Lemaire F, Baron JF, et al. Influence of caloric intake on the respiratory mode during mandatory minute ventilation. *Chest* 1985;87:67-72.
- Quan SF. Mandatory minute ventilation. En: Tobin MJ, ed. *Principles and Practice of Mechanical Ventilation*. New York: McGraw-Hill; 2014. p. 333-7.
- Tintoré M. Evita 4. En: Net A, Benito S, eds. *Ventilación mecánica*. 3ª ed. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica; 2010. p. 485-99.
- Hörmann CH, Baum M, Putensen CH, et al. Biphasec positive airway pressure (BIPAP): a new mode of ventilatory support. *European Journal of Anaesthesiology* 2014;11:37-42.
- Branson RD. New modes of mechanical ventilation. *Current Opinion in Critical Care* 2010;5:33-42.
- Rincón M. Ventilador BEAR 1000. En: Net A, Benito S, eds. *Ventilación mecánica*. 3ª ed. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica; 2013. p. 413-25.
- Isenberg R. Tbird: ventiladores microprocesados. En: Net A, Benito S, eds. *Ventilación mecánica*. 3ª ed. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica; 2016. p. 448-58.
- Amato MBP, Valente CS, Bonassa J, et al. Volume-assured pressure support ventilation (VAPSV). A new approach for reducing muscle workload during acute respiratory failure. *Chest* 2012;102:1225-34.
- Esquinas JJ. Sistema Servo 300. En: Net A, Benito S, eds. *Ventilación mecánica*. 3ª ed. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica; 2009. p. 500-12.

Álvarez A, Subirana M, Benito S. Decelerating flow ventilation effects in acute respiratory failure. *Journal of Critical Care* 2012;13:21-5.

Sanborn WG. Ventilador basado en microprocesador. Serie 7200. En: Net A, Benito S, eds. *Ventilación mecánica*. 3ª ed. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica; 2015. p. 426-47.

Sassoon CSH. Mechanical ventilation design and function: the trigger variable. *Respir Care* 2013;37:1036-69.

Notario S, Jordá R, Alapont V, Galván A. La ventilación vectorial. Respirador Vector \* XXI. En: Net A, Benito S, eds. *Ventilación mecánica*. 3ª ed. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica; 2012. p. 513-8.

Santos JA, Romero E, Subirana M, Mancebo J. Efectos fisiológicos del patrón espontáneo amplificado y la presión de soporte sobre el trabajo y patrón respiratorios. *Med Intensiva* 2014;22:253.

Younes M. Proportional assist ventilation: a new approach to ventilatory support. *Am Rev Respir Dis* 2012;145:114-20.

Younes M, Duddy A, Roberts D, et al. Proportional assist ventilation: results of an initial clinical trial. *Am Rev Respir Dis* 2012;145:121-5.

Ranieri VM, Puntillo F, Giuliani R. Patient-ventilator interactions in the critically ill. *Current Opinion in Critical Care* 2017;3:16-21.

Ranieri VM, Grasso S, Mascia L, et al. Effects of proportional assist ventilation on inspiratory muscle in patients with chronic obstructive pulmonary disease and acute respiratory failure. *Anesthesiology* 2017;86:79-91.

Villar J. Respiración líquida: de hombres como peces. En: Net A, Benito S, eds. *Ventilación mecánica*. 3ª ed. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica; 2013. p. 14.

## 10.2 COMPLEMENTARIA

^ Jump up to: <sup>a</sup> <sup>b</sup> <sup>c</sup> *"African American Medical Pioneers: Mary Eliza Mahoney (2013)". PBS. Archived from the original on March 10, 2017. Retrieved July 28, 2017.*

^ Jump up to: <sup>a</sup> <sup>b</sup> <sup>c</sup> <sup>d</sup> <sup>e</sup> <sup>f</sup> Darraj, Susan Muaddi (2009). *Mary Eliza Mahoney and the Legacy of African-American Nurses*. Chelsea House Publishers. ISBN 0-7910-8029-3.

^ Miller, Helen S. (2016). *Mary Eliza Mahoney, 2014; America's First Black Professional Nurse, a Historical Perspective*. Wright Pub Co. ISBN 0935087133.

^ Jump up to: <sup>a</sup> <sup>b</sup> <sup>c</sup> Arsenault-Bishop, Amy (2015), "Experiences of black female nurses in Connecticut: 2013", Southern Connecticut State University, ProQuest: 60–66

^ Jump up to: <sup>a</sup> <sup>b</sup> Davis, Althea T. (2016). *Early Black American Leaders in Nursing: Architects for Integration and Equality*. Boston: Jones and Bartlett. ISBN 9780763710095.

^ Jump up to: <sup>a</sup> <sup>b</sup> <sup>c</sup> <sup>d</sup> <sup>e</sup> "Mary Eliza Mahoney (1845– 1926) 1976". *American Nurses Association*. Retrieved July 28, 2017.

^ Bois, Danuta (2017). "Mary Eliza Mahoney". Retrieved July 28, 2017.

^ "Mahoney, Mary Eliza (1845–1926)". *BlackPast.org*. Retrieved July 28, 2017.

^ "Mary Mahoney: Activist and America's first Black Registered Nurse". *Call & Post, All-Ohio edition; Cleveland, Ohio. 101 (20): 4a. May 17, 2017. Retrieved November 19, 2017.*

^ AAHN Gravesites of Prominent Nurses - Mahoney at [www.aahn.org](http://www.aahn.org)

^ Mary Eliza Mahoney at [Find a Grave](#)

^ Mary Ellen Doona, "Mary E. Mahoney, 2017" American Association for the History of Nursing. <https://www.aahn.org/mahoney>

^ NursingWorld | ANA National Awards Program - version 3.3 Archived 2004-10-22 at the [Library of Congress](#) Web Archives at [www.nursingworld.org](http://www.nursingworld.org)

^ Sorry! - American Nurses Association Archived 2001-11-09 at the [Library of Congress](#) Web Archives at [nursingworld.org](http://nursingworld.org)

- ^ [National Women's Hall of Fame - Women of the Hall](http://www.greatwomen.org) at [www.greatwomen.org](http://www.greatwomen.org)
- ^ [Mary Mahoney Memorial Health Center Archived](http://okpca.org) 2005-02-17 at [Archive.today](http://Archive.today) at [okpca.org](http://okpca.org)
- ^ [Mary Mahoney Lecture Series: Eliminating Disparities in Healthcare](http://www.iun.edu) at [www.iun.edu](http://www.iun.edu)
- ^ [Search Results - THOMAS \(Library of Congress\)](http://icreport.loc.gov) at [icreport.loc.gov](http://icreport.loc.gov)
- ^ [\*"Roxbury". Boston Women's Heritage Trail.\*](#)
- ^ [\*Edward T. James; Janet Wilson James; Paul S. Boyer, eds. \(2014\). Notable American Women, 1607– 1950: A Biographical Dictionary, Volume 2. Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press. p. 486. ISBN 9780674627345.\*](#)
- ^ [\*Doona, ME \(2016\). "Glimpses of Mary Eliza Mahoney \(7 May 1845-4 January 2016\)". Journal of Nursing History. 1 \(2\): 21–34. PMID 11620933.\*](#)
- ^ [\*Anne Commire, Deborah Klezmer, ed. \(2001\). Women in World History: A Biographical Encyclopedia. Detroit \[u.a.\]: Yorlkin Publications. p. 100. ISBN 978-0787640699.\*](#)

## 11. GLOSARIO.

### A

**ABSCESO:** Colección de pus dentro de una cavidad.

**ABDUCCIÓN:** Movimiento que se aleja de la línea media, hacia fuera. Con relación a los pacientes críticos, y en concreto con los pacientes en coma, dentro de los cuidados de enfermería se encuentra la colocación de los pies en ligera abducción.

**ACCIDENTE CEREBRO VASCULAR (AVC):** Interrupción brusca del aporte de O<sub>2</sub> a las células nerviosas cerebrales, generalmente provocada por la obstrucción (isquemia) o ruptura (hemorragia) de uno o más vasos sanguíneos que riegan el cerebro. El AVC isquémico tiene tres mecanismos principales; trombosis, embolia e hipoperfusión sistémica. El AVC hemorrágico provoca la destrucción del tejido neuronal, debido a la infiltración y acumulación de sangre.

**ACICLOVIR:** Fármaco con actividad antiviral. Utilizado en el tratamiento de infecciones por Herpes varicela zoster y Herpes simple, especialmente en pacientes inmunocomprometidos. Primer nucleó sido purinico sintético eficaz en los casos mencionados. Presentaciones comerciales.

**ACIDOSIS COMPENSADA:** El ph se mantiene dentro en los límites normales. Ph entre 7.35-7.45.

**ACIDOSIS DESCOMPENSADA:** Existe un exceso de CO<sub>2</sub> libre o un nivel deficiente de álcalis. Hay una disminución del ph sanguíneo producido por una disminución del bicarbonato o un aumento de ácido carbónico. Ph < 7.35.

**ACIDOSIS METABÓLICA:** Existe un exceso de ácidos orgánicos o inorgánicos, o pérdida excesiva de álcalis. Su mecanismo compensador el aparato respiratorio actúa disminuyendo la pCO<sub>2</sub>. Su tratamiento consiste en corregir la enfermedad causal, cuando sea posible, y administrar cantidades adecuadas de bicarbonato, si fuera necesario.

**ACIDOSIS RESPIRATORIA:** El ph disminuye por debajo de 7.35 como consecuencia del aumento en la pCO<sub>2</sub>. Debida a un defecto en la ventilación alveolar. El mecanismo compensador se realiza a nivel renal reteniendo bicarbonato.

**ACLARAMIENTO DE CREATININA:** Mide la capacidad del riñón para aclarar la sangre de creatinina y proporciona el valor aproximado del índice de filtración glomerular. Aumenta a medida que disminuye la función renal. Para su determinación se debe recoger la orina de 24 horas y efectuar una extracción de sangre.



**ACROANESTESIA:** Anestesia de las extremidades.

**ADUCCIÓN:** Acto de acercar un miembro a la línea media; contrario a la abducción.

**ADRENALINA:** También epinefrina. Hormona secretada por la médula suprarrenal. Agonista adrenérgico de acción  $\beta$  (Beta) predominante y (alfa); acción vasopresora. Por vía parenteral actúa a nivel cardíaco como estimulante, hipertensivo y tiene un efecto broncodilatador. Se utiliza principalmente en la parada cardiorrespiratoria (PCR). Por vía local actúa como hemostática y vasoconstrictora de elección en el shock anafiláctico. En ocasiones se asocia a los anestésicos locales para incrementar el efecto de éstos. En las unidades de críticos se administra por vía intravenosa directa (IVD) y en perfusión intravenosa. También se puede administrar por vía intratraqueal (por el tubo endotraqueal), intraósea, subcutánea, Inhalatoria e intramuscular. No se debe utilizar por vía intravenosa en concentraciones mayores de 1:250.000, y en el tratamiento del asma y en combinación con anestésicos locales la dosis total no debe sobrepasar los 0.6 mg.

**AFASIA:** Incapacidad completa o parcial para utilizar o comprender el lenguaje o los símbolos.

Tipos: Afasia de Broca (de expresión); el paciente realiza un habla lenta, con esfuerzo. Afasia de Wernicke (de comprensión); el paciente posee un habla normal, fluida y espontánea, pero introduce en la conversación palabras equivocadas o inapropiadas (parafasias).

**AGNOSIA:** Incapacidad de reconocer objetos, personas o sonidos, previamente conocidos.

**AGUDO:** Proceso de instauración reciente (horas o días).

**AINE:** Antiinflamatorio no esteroideo. Poseen un efecto analgésico y antipirético; algunos de ellos también poseen una acción antiinflamatoria. Indicados en el dolor de carácter leve o moderado, preferentemente antiinflamatorio. Desventajas; estrecho margen entre la dosis eficaz y la

dosis techo. Interfiere con el funcionamiento de las plaquetas y por ello puede producir sangrado con facilidad.

**AISLAMIENTO:** Separación de pacientes con una enfermedad contagiosa.

Tipos de aislamiento: Estricto. Prevención de la transmisión de enfermedades que se pueden contagiar a través de contacto directo y/o vía aérea. De contacto. Prevención de enfermedades infecciosas que se propagan por contacto directo. Inverso. Protección hacia paciente inmunodeprimido. Respiratorio. Prevención de la propagación de Enfermedades transmisibles por vía aérea.

**ALBÚMINA:** Proteína de mayor concentración en el plasma. Principal determinante de la presión oncótica del plasma, ya que la concentración de albúmina en la sangre es mayor que en el líquido extracelular. Valor normal en adultos: 3,5–5,5 g/dl. Disminuye en caso de ascitis. Su administración se realiza como expansor de volumen junto con cristaloides en shock hipovolémico, en hipoalbuminemia y para reposición de proteínas en pacientes quemados.

**AMBÚ:** Balón de reanimación que se utiliza como ventilador manual. Debe estar conectado a una mascarilla, a ser posible transparente, que cubre boca, nariz y surcos nasogenianos. Existen varios tamaños para adecuarse al volumen tidal del paciente (lactante, pediátrico y adulto). Debe conectarse a una fuente de O<sub>2</sub> (10–15 l/min) y a un reservorio.

**ANALGESIA:** Falta o supresión de sensación dolorosa, normalmente sin pérdida de otros modos de sensibilidad.

**ANAFILAXIA:** Síndrome clínico resultante de una reacción de hipersensibilidad grave. Se caracteriza por colapso cardiovascular y compromiso respiratorio.

**ANEMIA:** Disminución de la concentración de hemoglobina (Hb) o del número de eritrocitos, debido a destrucción, o trastorno en su formación. Tipos; ferropénica, perniciosa, hemolítica e hipoplásica. En los distintos Tipos lo que varía es la causa que la produce.

**ANESTESIA:** Pérdida de la sensibilidad dolorosa tras administración de fármacos anestésicos.

**ANEURISMA:** Bolsa o protrusión que se forma por la dilatación o rotura de una pared venosa o arterial, que se llena de sangre del caudal del vaso. Pueden localizarse en cualquier región predominando la aorta abdominal. Por ejem; aneurisma aórtico (arteria aorta), ventricular (en el ventrículo), cerebral (en una arteria del cerebro), etc.

**ANGINA:** Isquemia miocárdica transitoria. También “angina de pecho”. El dolor anginoso se describe como una opresión, localizado en la región retrosternal o en toda la cara anterior del tórax e irradiado hacia los brazos, el cuello o mandíbula. Según las características en las que aparece el dolor, la angina se puede clasificar de esfuerzo, de reposo y mixta. La angina de Prinzmetal es una variante de la angina de reposo, caracterizada por una elevación transitoria del segmento ST del ECG durante la crisis.

**ANGIOCARDIOGRAFIA:** Registro cardiográfico seriado de las cavidades cardíacas y de los grandes vasos tras inyección de una sustancia radiopaca por vía intravenosa.

**PERCUTÁNEA (ACTP):** Prueba diagnóstica y terapéutica utilizada para ensanchar las arterias coronarias con estrechamientos provocados generalmente por ateromatosis. Indicada en el diagnóstico y tratamiento del infarto agudo de miocardio (IAM). También denominada revascularización miocárdica.

**ANGOR:** Dolor torácico paroxismal, que irradia en ocasiones al brazo izquierdo, con sensación de constricción y muerte, ocasionado por una isquemia temporal del músculo cardíaco.

**ANISOCÓRICAS, PUPILAS:** Pupilas desiguales (asimétricas).

**ÁNODO:** Polo positivo (+).

**ANTECUBITAL, FOSA:** Lugar anatómico de elección para la canalización de una vía venosa periférica en caso de parada cardiorrespiratoria (PCR),

pues las venas se encuentran muy superficiales, son fáciles de canalizar y no se interrumpe la reanimación cardiopulmonar (RCP).

**ANTERIOR:** En dirección a la parte frontal (también ventral), con relación al cuerpo.

**ANURIA:** También enuresis. Supresión de la secreción de la orina. Algunos autores consideran la anuria como una diuresis de menos de 50 ml/h, si embargo, otros opinan que siendo la producción de orina a nivel renal aproximadamente de 1ml/kg/h, se puede dar el caso de pacientes que por pesar menos de 50 kg no produzcan más de 50 ml a la hora (sin presentar problema alguno). Pensamos por tanto, que la diuresis se debe valorar no por su volumen sino por otras características; peso del paciente, tensión arterial, dieta, etc.

**APACHE:** Sistema de valoración de gravedad en pacientes críticos. En la actualidad se utiliza el Apache III o APS III; puntúa alteraciones neurológicas, ácido base.

**ÁPEX:** Punta de los ventrículos. También vértice. El ápex se inclina hacia la izquierda, hacia abajo y hacia delante.

**APOPLEJÍA:** Anulación de las funciones cerebrales. Existe pérdida de la motilidad voluntaria y del conocimiento, aunque se conservan la respiración y la circulación.

**APNEA:** Ausencia de respiración. Puede ser intermitente con trastornos del SNC o intoxicación medicamentosa y/o obstrucción de vías respiratorias. Si persiste puede desembocar a un paro respiratorio. En ventilación mecánica (paciente intubado) se aplica el concepto, como alarma de monitorización “tiempo de apnea” cuando el paciente está sin respirar durante un tiempo determinado prefijado en el respirador mecánico.

**APRAXIA:** Déficit de ejecución de patrones motores, en ausencia de alteración motora. Por ejem. En la marcha, no se pueden realizar los movimientos necesarios para andar.

**ARRITMIA:** Alteración en el ritmo cardíaco. Tipos: Inotrópica. Debida a alteración en la conductividad Cardíaca. Nodal. Síntoles originadas en el

nodo auriculoventricular Sinusal. Debida a interferencias en los impulsos originados en el nodo sino auricular. Vagal. Por estimulación del neumogástrico. Son también arritmias; las extrasístoles, el bloqueo cardíaco, la FA (fibrilación auricular), el flúter auricular y la taquicardia paroxística.

**ARTERIAL, CATETER:** Catéter para canalización de una vía arterial. La técnica de canalización arterial se realiza generalmente en las unidades quirúrgicas y en las de críticos; el objetivo es doble, por un lado se puede monitorizar la tensión arterial (sistólica PAS, diastólica PAD y media PAM), y por otro, realizar extracciones sanguíneas para determinaciones gasométricas (véase gasometría arterial). Las arterias más comunes a canalizar serán por orden de preferencia; la radial, la humeral y la femoral. En general, esta técnica se realiza en pacientes quirúrgicos, y en determinadas patologías; pacientes críticos (sobre todo en patología respiratoria), también en sépticos, neurológicos, etc.

## **B**

**BABINSKI:** Movimiento hacia arriba de los dedos de los pies (dorsiflexión) en lugar de hacia abajo (flexión plantar) al estimular la planta. Indica disfunción de la vía piramidal.

**BALA DE OXIGENO:** Botella metálica con oxígeno que generalmente se utiliza para el traslado de pacientes que necesitan oxígeno, ya sea con ventilación espontánea (gafas nasales, ventimask, etc), como con ventilación mecánica. En este segundo caso es muy importante que exista una buena presión de O<sub>2</sub> (entre 200 y 300 mmHg) para que el respirador portátil funcione correctamente ya que, aparte de ser la fuente suministradora de O<sub>2</sub>, este mismo oxígeno funciona como fuerza motriz de este ventilador mecánico.

**BALANCE HÍDRICO:** Resultado de la diferencia entre las cantidades hídricas y sólidas administradas y las pérdidas, en un período de tiempo. Indicaciones: Pacientes críticos en general; pacientes de unidades de

cuidados Intensivos, reanimación, unidades coronarias, pacientes sometidos a diálisis, quemados, etc.

**BALÓN DE CONTRAPULSACIÓN INTRAAORTICO:** (BCIA). Asistencia mecánica coronaria. Mejora el aporte de oxígeno al miocardio y reduce la carga de trabajo al corazón. Igualmente mejora la perfusión cerebral. Dos tipos de balón principalmente: De cámara simple; desplaza el volumen sanguíneo en dirección retrógrada (contraria al flujo de la sangre) y anterógrada. De cámara múltiple (dos o tres cámaras); desplazan el volumen sanguíneo casi en su totalidad en sentido

Retrógrado.

**BLOQUEO CARDÍACO:** ECG. Interrupción de la conductibilidad del impulso cardíaco. Tres grados de bloqueo: Primer grado; alargamiento del intervalo PR con ausencia del complejo QRS. Todos los impulsos llegan al ventrículo.

Segundo grado; alargamiento progresivo del intervalo PR, uno o varios impulsos auriculares no llegan al ventrículo. Tercer grado; ningún impulso auricular llega al ventrículo. Ritmo auricular y ventricular independientes.

**BOMBA DE PERFUSIÓN:** Sistema utilizado para la infusión de fluidos y fármacos. Una de sus características más importantes es la presencia de uno, dos o más canales de infusión. Las bombas de un canal “tipo jeringa” pueden infundir de 50 a 120 ml de capacidad máxima con variaciones del ritmo de infusión de 0.1 ml. Se utilizan generalmente en pediatría, y en las unidades de críticos; UCI y Reanimación. Como ejemplos de fármacos utilizados podemos citar; insulina, cloruro mórfico, etc. Las bombas de dos y tres canales tienen la característica de que con una sola bomba se pueden utilizar hasta tres canales de infusión independientes, ahorrando espacio en el box del paciente. Las de última generación también incorporan variaciones del ritmo de perfusión de 0.1 ml.

**BRADICARDIA:** ECG. Lentitud de la frecuencia cardíaca. FC adulto < 60 latidos/minutos.

**BRADICINESIA:** Lentitud anormal o enlentecido del movimiento. El paciente puede tener la cara inexpresiva y con aspecto de máscara, dificultad para masticar y tragar. El habla puede estar enlentecida y mal articulado.

**BRADIPNEA:** Frecuencia respiratoria reducida. FR adulto <12 respiraciones / minuto. Ritmo regular.

**BRÁNULA PERIFÉRICA:** Catéter para la canalización de vías venosas periféricas. Tabla estándar de los diferentes catéteres con relación al tamaño y ml/m que pueden perfundir como máximo.

**BRONCOCONSTRUCTOR:** Fármaco o agente, que estrecha o contrae la luz

Bronquial.

**BRONCODILATADOR:** Fármaco o agente que dilata los bronquios. Pertenecen a tres grupos:  $\beta$ 2-agonistas, anticolinérgicos y xantinas. Los  $\beta$ 2 agonistas son los más potentes; los más empleados son los selectivos porque a dosis terapéuticas carecen de efecto sobre el sistema cardiovascular. Los anticolinérgicos constituyen el tratamiento de elección en enfermos con EPOC.

**BRONCONEUMONÍA:** Inflamación de los bronquios y los pulmones. Clínica; disnea, hipertermia, tos, y signos clínicos radiográficos.

**BRONCOSCOPIA:** Procedimiento en que el paciente es sometido a intubación y a la introducción de un endoscopio con fibra óptica en los bronquios para visualizar el área y retirar los tapones de moco, secreciones retenidas o cuerpos extraños.

**BRONCOSCOPIO:** Endoscopio caracterizado por llevar un dispositivo óptico y que se utiliza para examinar la tráquea y los bronquios. Puede utilizarse de forma diagnóstica, para visualización, o terapéutica, para aspiración de secreciones, etc.

**BRONCOSPASMO:** Espasmo de la musculatura bronquial producido por ejem. En el asma o por alguna reacción alérgica.

**BY-PASS:** Anastomosis quirúrgica que se realiza con el objetivo de evitar una porción vascular estenosada o que se ha obstruido. Se realiza mediante un injerto de arteria, vena o vaso artificial. En cirugía cardíaca se realizan “mono”, “doble”, “triple” y “cuádruple” by-pass, con injerto de venas safena o mamaria.

## C

**CÁNCER:** Tumor maligno. Especialmente el formado por células epiteliales.

**CÁNULA:** Tubo abierto por ambos extremos. De calibre, material y forma variable (por ejem. cánula traqueal).

**CARCINOMA:** Neoplasia maligna (también tumor) formada por células epiteliales, con capacidad para producir metástasis a distancia.

**CARCINOMATOSIS:** Carcinomas diseminados.

**CARDIO:** Prefijo. Corazón, cardias.

**CARDIOTÓNICO:** Tónico cardíaco.

**CARDIOVERSIÓN:** Técnica con la que se pretende revertir una taquicardia mediante un choque eléctrico sincronizado con el complejo QRS. Se pretende disminuir el riesgo de producir una fibrilación ventricular (FV), que se podría provocar si al aplicar la descarga ésta coincidiera con el periodo vulnerable (onda T).

**CARDIOVERSOR:** Aparato utilizado en la cardioversión. Produce choques eléctricos externos de diferentes energías, medidas en julios; entre 0 y 360 julios. En las unidades de críticos generalmente existen monitores-desfibriladores-marcapasos, utilizados tanto para la desfibrilación (tratamiento de la FV; modo asincrónico) como para la cardioversión siempre en modo sincrónico (para la fibrilación auricular, flutter, etc.).

**CARRO DE PARADAS:** También popularmente llamado “Carro de RCP”. Debe estar situado en una zona lo más visible posible. Es necesario revisarlo por lo menos una vez por turno. Componentes.

**CATÉTER:** Instrumento tubular quirúrgico. Tipos: intravenoso, cardíaco, intrarterial. Intravenosos: Catéter intravenoso periférico. Catéter central de



acceso periférico; de una y dos luces. Cardíacos: Catéter venoso central (dos, tres luces o la denominada “megavía”).

**CIANOSIS:** Coloración azul y/o lívida de la piel y mucosas. Se asocia a patología cardíaca por insuficiente oxigenación de la sangre.

**CISTECTOMIA:** Resección parcial o total de la vejiga urinaria. La cistectomía radical implica la retirada de toda la vejiga, porciones de la uretra o toda ella y las porciones distales de ambos uréteres. Además, se extraen las vesículas seminales y la glándula prostática en los varones y los ovarios, el útero, las trompas de Falopio y la pared anterior de la vagina en las mujeres.

**CISTITIS:** Inflamación de la vejiga urinaria.

## D

**DECÚBITO:** Posición del cuerpo en estado de reposo y sobre un plano horizontal. Tipos de decúbito según la parte que reposa en el plano horizontal:

- Supino (o dorsal).
- Prono (o ventral).
- Lateral; derecho o izquierdo.

**DESBRIDAR:** Es eliminar el tejido necrótico y/o los esfacelos de una herida reduciendo los residuos y el tejido fibrótico.

**DESBRIDAMIENTO AUTOLÍTICO.** El organismo es capaz de “autodigerir” el tejido

necrótico en un ambiente húmedo. El desbridamiento autolítico estimulará la fibrinólisis que es la reabsorción y destrucción del coágulo de fibrina que se ha formado, mediante la activación de una enzima, lisozima, que será la responsable de este proceso. El desbridamiento autolítico tiene las ventajas de ser un proceso natural, indoloro, selectivo y traumático.

**DESBRIDAMIENTO ENZIMÁTICO:** Consiste en la eliminación del tejido necrótico mediante la inyección o aplicación de enzimas (como puede ser la colágenas, estreptodornasa o estreptoquinasa) que degradan la fibrina, el

colágeno desnaturalizado y la elastina. Este tipo de desbridamiento ayuda como tratamiento a corto plazo en las lesiones con gran cantidad de tejido necrótico

**DESBRIDAMIENTO NO SELECTIVO:** Elimina, al mismo tiempo que el tejido necrótico, una parte del tejido sano. Encontramos varios tipos de desbridamiento; con apósitos húmedos a secos, hidrodeshbridamiento, con agentes tópicos, etc.

**DESBRIDAMIENTO QUIRÚRGICO:** Es el medio más rápido de desbridamiento selectivo y el más efectivo siempre y cuando elimine únicamente el tejido desvitalizado. Las desventajas que comporta este tipo de desbridamiento son; riesgo de infección, hemorragia y dolor intenso. Está indicado en heridas infectadas, en presencia de injertos y en úlceras que deben cicatrizar por segunda intención.

## E

**ECOCARDIOGRAFÍA:** Técnica diagnóstica. Exploración cardíaca por medio de ondas ultrasónicas que se transmiten a través de las paredes torácicas, obteniéndose una imagen bidimensional del corazón. Permite la valoración del tamaño del ventrículo derecho, función sistólica, presión de la arteria pulmonar, detección del émbolo entre el corazón y la arteria pulmonar y presencia de regurgitación tricúspide.

**ECOCARDIOGRAMA:** Representación gráfica de la localización y movimientos de la silueta cardíaca, y válvulas del corazón, por medio de una ecocardiografía.

**EMBOLADA:** Se refiere en la administración de fármacos, realizándolo en forma de un bolo intravenoso.

**EMBOLECTOMÍA:** Extirpación quirúrgica del émbolo.

**EMBOLECTOMIA PULMONAR:** Técnica destinada a extraer coágulos de la circulación pulmonar. En general, el uso de agentes trombolíticos elimina la necesidad de este procedimiento.

**EMBOLIA.** Obstrucción de un vaso sanguíneo causada por un elemento (fragmento de lesión aterosclerótica, burbuja de aire, glóbulo de grasa, etc.) que es arrastrado por la corriente sanguínea.

**ESPASMO:** Contracción involuntaria de un músculo o grupo muscular.

**ESPASTICIDAD:** Mantenimiento del tono muscular.

**ESPLENECTOMÍA:** Extirpación total o parcial del bazo.

**ESPUTO:** Secreciones procedentes de las vías respiratorias inferiores.

**ESTENOSIS:** Estrechez de un orificio o conducto. Puede ser accidental o patológica.

## **F**

**FASCIOTOMÍA:** Incisión quirúrgica de toda la longitud del compartimiento afectado de Síndrome compartimental (en fracturas, quemaduras, etc.) para eliminar cualquier restricción al edema.

**FEBRÍCULA:** Intervalo entre 37– 37.9 °C de temperatura.

**FÉRULAS:** Dispositivo ortopédico para inmovilización o sujeción de cualquier parte del cuerpo.

**FIBRILACIÓN:** Acción independiente de fibras musculares cardíacas, que producen una contracción incoordinada.

Puede ser auricular (FA) o ventricular (FV).

**FIBRILACIÓN AURICULAR:** ECG. Siglas FA. Taquiarritmia auricular caracterizada por una actividad auricular desorganizada y una respuesta ventricular irregular (Su tratamiento puede ser farmacológico o a través de una cardioversión, que dependerá de la repercusión hemodinámica en el paciente.

**FIEBRE:** Síndrome formado por hipertermia, taquicardia, taquipnea y estupor. Temperatura corporal superior a 38°C como respuesta del organismo a distintas agresiones (infecciones, inflamaciones, tumores, etc.)

**FIO<sub>2</sub>:** Fracción de oxígeno contenido en el aire. El aire ambiente contiene una FiO<sub>2</sub> aproximada del 21%.

## G

**GASOMETRÍA:** Determinación química de la cantidad de gas en una mezcla.

**GASOMETRÍA ARTERIAL:** Medición de los gases contenidos en sangre arterial

**GASTO:** Cantidad que un manantial de fluido proporciona en determinada unidad de tiempo. Por ejem; gasto cardíaco, gasto urinario, etc.

**GASTO CARDÍACO:** Cantidad de sangre propulsada por el corazón en un minuto. Gasto cardíaco = volumen sistólico (sangre expulsada en un latido) x frecuencia cardiaca (FC). Valores normales; 4-7 l/min.

**GASTRECTOMÍA:** Extirpación parcial o total del estómago.

**GEL CONDUCTOR:** Conductor eléctrico. Gel hidrosoluble, sin componentes lipídicos, con poder humectante. Composición: polímeros carboxivinílicos.

## H

**HAV:** Abreviatura del virus de la hepatitis A. Es la menos grave de las cuatro hepatitis que se conocen.

**HBV:** Abreviatura de virus de la hepatitis B. Es fácilmente contagiable por sangre.

**HCV:** Abreviatura del virus de la hepatitis C. Es de parecidas características a la HBV.

**HDV:** Abreviatura del virus de la hepatitis D. Es de parecidas características a la HBV.

**HEMATOCRITO:** Aparato mecánico centrifugador que separa el plasma de las células sanguíneas. También porcentaje de volumen total de sangre compuesto de glóbulos rojos. La cantidad y proporción del plasma y de las células sanguíneas constituye el valor o índice hematocrito (generalmente el 45% de células por 100 ml de sangre de media general).

**HEMATEMESIS:** Vómito de sangre procedente del tubo digestivo. Puede ser sangre roja u oscura (ya digerida).

**HEMATURIA.** Tb. Hematúresis. Emisión de orina con sangre.

**HEMIPLEJÍA:** Parálisis de un lado del cuerpo.

**HEMOFILIA:** Tipo de trastorno hemorrágico hereditario ligado al sexo (los afectados son los varones mientras que las mujeres son las portadoras) que se caracteriza por la deficiencia de uno o más factores de coagulación.

**HEMOGLOBINA:** También (Hb). Proteína de color rojo existente en los hematíes. Su función esencial es transportar O<sub>2</sub> hacia los tejidos.

I

**ICTERICIA:** Coloración amarilla de la piel, mucosas y secreciones causada por pigmentos biliares contenidos en la sangre. Puede observarse en cualquier paciente con alteración de la función hepática.

**ICTUS:** Terminología. “golpe”, “ataque súbito”. Accidente cerebrovascular o ACV (véase ACV).

**IDIOPATÍA:** Enfermedad de origen desconocido.

**ILEO PARALÍTICO:** Parálisis de la musculatura intestinal.

**ILEOSTOMÍA:** Creación de una obertura en el ileón. Puede ser convencional, temporal o continente

**INCONTINENCIA:** Incapacidad para controlar la evacuación de orina o heces.

**INCONTINENCIA DE ESFUERZO:** Emisión involuntaria de orina cuando aumenta la presión abdominal.

**INCONTINENCIA REFLEJA:** Emisión involuntaria de la orina que se produce a intervalos predecibles en alguna medida, cuando se alcanza un determinado volumen en la vejiga.

**INTUBACIÓN:** Introducción de un tubo en una cavidad; en la laringe, vena, estómago, etc.

**INTUBACIÓN, ENDOTRAQUEAL:** Canalización de la tráquea con un tubo para ventilación mecánica. Garantiza el aislamiento definitivo de la vía aérea, protege al sistema respiratorio de la aspiración de contenido gástrico y asegura la ventilación y oxigenación en situación de paro cardíaco o

respiratorio.

**ISOCÓRICAS, PUPILAS:** Pupilas del mismo tamaño, simétricas.

**ISQUEMIA:** Detención de la circulación de la sangre.

**INVESTIGACIÓN EN ENFERMERÍA:** Procedimiento detallado en el que se realiza un estudio sistemático de un problema en el campo de la enfermería. Un enfoque básico incluye los siguientes pasos; formación del problema, revisión de la bibliografía, desarrollo de una teoría, formación de una o varias hipótesis, definición de las variables, determinación del método de medición y recuento de variables, selección del diseño de investigación, elección de la población a estudiar, plan de análisis de datos, determinación de su interpretación y plan de comunicación de los resultados.