

Protocolo de Procedimientos

ASISTENCIA RESPIRATORIA MECANICA

Dra. LOPEZ, Ana María
 Dr. ABBONA, Horacio
 Dr. CAMBURSANO, Hugo
 Dr. LANGER, Marcos

Servicio de Neumonología, Hospital Privado Córdoba.

Es nuestro deseo dedicar este trabajo a aquellos de quienes aprendimos los fundamentos de la Medicina Crítica Respiratoria.

Dr. Rodolfo Visconti

Dr. Ernesto Mañá

Córdoba, Junio de 1986

INDICACIONES DE A.R.M.

(Clasificación basada en la función pulmonar comprometida).

1) Ventilación alveolar inadecuada:

La PaCO₂ refleja el grado de ventilación alveolar, pero ésta debe ser tenida en cuenta considerando el pH.

Por ejemplo:

Paciente A	Paciente B
PaCO ₂ 60	60
HCO ₃ 25	36
pH 7.25	7.38

En el ejemplo anterior ambos pacientes están igualmente hipercápnicos, pero sólo uno de ellos se halla en insuficiencia ventilatoria aguda (Paciente A). Es de fundamental importancia saber diferenciar entre estas dos situaciones. Consideramos que un paciente está en serio riesgo cuando su pH es menor de 7,30; este valor puede ser usado como límite en la indicación de intubación por falla ventilatoria aguda.

Es de importancia también seguir las tenden-

cias de la PCO₂ y del pH de forma tal de adelantarse a la falla aguda.

2) Expansión pulmonar inadecuada:

El fallo agudo de la capacidad de inflación pulmonar puede conducir a la aparición de atelectasias o neumonía aún en presencia de ventilación alveolar adecuada (PCO₂ normal). Mediciones dirigidas a identificar esta anomalía.

Volumen corriente (VT).

Capacidad vital (VC).

Frecuencia respiratoria (F).

VT es quizás el más simple y seguro parámetro de evaluación de la expansión pulmonar.

El límite inferior tolerado antes de indicar ARM es de 5 ml/kg.

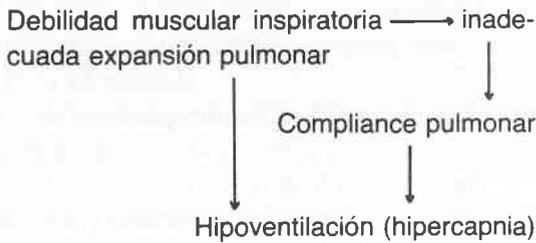
Por debajo de este valor se producen atelectasias, incluso pacientes ventilados únicamente con VT "fisiológicamente normales" desarrollan atelectasias.

Por esto los VT utilizados durante ARM son supra normales (10-15 ml/kg).

Pacientes con enfermedades neuromuscula-

res crónicas pueden tener esos valores de VT en situaciones basales y no requerir ARM.

3) Fuerza muscular respiratoria inadecuada:



Evaluación:

PI máx.: (presión inspiratoria máxima desde volumen residual). Se mide con el manómetro de presión inspiratoria.

VVM: (Ventilación voluntaria máxima)

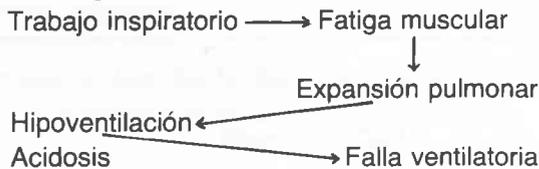
Se miden con ventilómetro de Wright

VC: (Capacidad vital).

Probablemente la mayoría de los pacientes con PI máx. inferior a -30 con H₂O están próximos al fallo ventilatorio por contracción muscular inadecuada o fatiga muscular respiratoria.

Este parámetro es importante a tener en cuenta en pacientes con enfermedad neuromuscular ya que habla de la reserva ventilatoria.

4) Trabajo respiratorio excesivo:



El volumen minuto (VE) necesario para mantener una PaCO₂ normal es el indicador que refleja la demanda ventilatoria.

Normalmente se requiere en VE de 10 L/min para mantener una PaCO₂ normal.

VE determinado por: 1) Producción de CO₂
2) Magnitud del Espacio Muerto (Vd/Vt).

Pacientes con incremento de la relación Vd/Vt requerirán mayores VE para mantener una PaCO₂ normal, como así también los que tengan aumento de la VCO₂.

El incremento de la resistencia de las vías aéreas es también un factor importante que genera incremento del trabajo ventilatorio y fatiga muscular respiratoria.

Pacientes con EPOC en descompensación pueden tener un grado tal de broncoespasmo que los lleve a la fatiga y fallo respiratorio. Vías aéreas artificiales (Tubos endotraqueales o traqueostomía) demasiado estrechos u

obstruidos incrementarán el trabajo respiratorio, de manera tal que no debe mantenerse un paciente intubado con respiración espontánea por largos periodos.

El incremento de la f es importante en el diagnóstico de la falla ventilatoria por incremento del trabajo respiratorio; f mayores de 30 por minuto pueden estar indicando la necesidad de ARM.

5) Estímulo ventilatorio inestable

No existen mediciones objetivas que permitan identificar pacientes cuyo estímulo ventilatorio pueda ser insuficiente.

No obstante es lógico pensar que pacientes con lesiones neurológicas tales como traumatismo de cráneo, accidente cerebrovascular, etc., puedan estar en riesgo de apnea repentina.

Actualmente es común ventilar estos pacientes sólo por la inestabilidad del estímulo ventilatorio central como también para reducir la presión intracraneana a través de la hiperventilación durante las primeras 48 a 72 hs.

6) Hipoxemia severa

Esta anomalía no es en sí misma indicación estricta de ARM, ya que en la actualidad podemos encontrar pacientes hipoxémicos manejados con métodos conservadores o no invasivos.

No obstante esto, en la insuficiencia respiratoria aguda del adulto es la hipoxemia la que quizás marca la progresión de la patología. La severidad de la hipoxemia puede ser evaluada por algunos parámetros entre los que podemos citar además de la PaO₂:

Cociente a/A (VN 0.8)

Relación PaO₂/FiO₂ (VN 500)

Cuanto más se aparten los resultados de los valores normales mayor será la insuficiencia del pulmón como órgano de intercambio de gases.

Podemos hablar de hipoxemia severa en presencia de un a/A menor de 0.20 ó una PaO₂/FiO₂ menor de 200.

Es de notar la importancia del registro de la FiO₂ que recibe el paciente para el cálculo de estos parámetros y también para una correcta interpretación de la PaO₂.

Indicaciones especiales

EPOC

La indicación de ARM en pacientes con EPOC o estado de mal asmático difiere un poco de las antes mencionadas.

Una de las razones para ello es que estos pacientes son proclives a desarrollar gran número de complicaciones durante ARM, y otra es que suelen responder bastante bien al manejo conservador de su patología.

Mientras ellos mantengan un pH dentro de límites seguros (más de 7.30) y un buen estado de conciencia podrán ser manejados sin ARM a pesar de la hipercapnia.

No obstante cuando comienzan a aparecer manifestaciones neurológicas importantes de la retención de CO₂, tales como cefaleas o deterioro del estado de conciencia el uso de ARM es mandatorio.

Actualmente se utilizan cada vez con más frecuencia parámetros clínicos de fatiga muscular respiratoria como indicador de ARM en pacientes con EPOC. Aquellos quienes manifiestan incremento de la f, respiración paradójica y alternancia respiratoria estarán anunciando así la falla ventilatoria por fatiga diafragmática.

Recordar siempre que la mayoría de estos pacientes pueden ser manejados con una terapéutica conservadora adecuada, por lo que se debe diferir al máximo la intubación y ARM.

Pero si existe acidosis respiratoria, incremento de la PaCO₂, deterioro del estado de conciencia y signos de fatiga muscular respiratoria la institución de ARM suele ser impostergable.

ELEMENTOS PARA INTUBACION

Salvo en caso de intubación de emergencia, el médico de guardia deberá disponer de los siguientes elementos para realizar el procedimiento:

- Laringoscopio con buena luz.
 - Tubos endotraqueales: Hombres 36 al 40.
Mujeres 32 al 34.
- Usar tubos plásticos transparentes de preferencia, sobre todo cuando se piensa en intubaciones de más de 12 hs.
- Sonda de aspiración conectada y funcionando.
 - Pinza de Magill o mandril. El mandril debe ser utilizado cuando se sospeche una intubación dificultosa. Verificar que el material no esté debilitado, de lo contrario podría desprenderse un trozo del mismo, además la punta del mandril debe encontrarse a 2 cm del extremo distal del tubo para evitar lesiones de partes blandas.
 - Bolsa Ambú con máscara conectada a O₂ con FLUJO ALTO.
 - Cánula de Mayo.
 - Jeringa plástica de 10 cc.
 - Xilocaína jalea.
 - Pentothal.
 - Pavulón y succinil colina.
 - Cinta adhesiva.

SUMARIO

Ventilación alveolar inadecuada	_____	PaCO ₂ elevada pH menor de 7.30
Expansión pulmonar inadecuada	_____	Vt menor 5ml/kg f y VC
Fuerza muscular respiratoria inadecuada	_____	PI máx menor de -30 cm H ₂ O VVM
Trabajo respiratorio excesivo	_____	VE para mantener una PaCO ₂ de 40 mayor a 10 L/min
Estímulo ventilatorio inestable	_____	Patrón respiratorio
Hipoxemia severa	_____	a/A menor 0.20 PaO ₂ /FiO ₂ menor 200

PROCEDIMIENTO PARA INTUBACION

Excepto en pacientes que estén en coma profundo, sin reflejo laríngeo, la intubación debe ser efectuada con anestesia local o general. Esta última es más útil para operadores poco expertos, por otra parte la intubación con anestesia local deberá realizarse 6 hs después de haber ingerido alimentos (aun por sonda nasogástrica) por el peligro de vómito o aspiración.

La anestesia general implica el uso de un hipnótico (Pentothal) y de un relajante muscular (Succinilcolina).

Preparación del Pentothal: Agregar al frasco que contiene 1 gr de la droga en polvo 40 ml de sol. fisiológica, resultando una dilución al 2.5%.

Cada ml equivale a 25 mg de droga.

Dosis habitual: 4 a 5 mg por kg de peso. Un paciente de 70 Kg requiere alrededor de 300 mg de Pentothal, es decir 12 ml del preparado, pero puede emplearse una dosis test de 1 a 2 mg por kg de peso; la supresión del reflejo palpebral indica que se ha alcanzado la hipnosis adecuada.

Debe usarse Pentothal recientemente preparado y descartarse el resto.

Es riesgosa su utilización en: insuficiencia cardíaca severa, hipertensión arterial severa, estado de mal asmático, hipovolemia, insuficiencia renal terminal, desequilibrios electrolíticos graves, y está contraindicado en la porfiria.

Preparación de la Succinilcolina: (Paranoval) agregar 3 ml de sol. fisiológica a una ampolla de Paranoval de 2 ml que contiene 100 mg de succinilcolina. Cada ml equivale a 20 mg de la droga, **Dosis habitual:** 1 mg por kg.

Está contraindicada en: tétanos, quemaduras graves e hiperkalemia.

Técnica de intubación traqueal con anestesia general

- Asegurarse que todos los elementos estén disponibles y funcionando.
- Colocar la cabeza del paciente sobre una almohada dura de 8 cm de espesor, ligeramente deflexionada.
- Retirar prótesis dentales.
- Aspirar secreciones de la boca.
- Hiperoxigenar y ventilar con "Ambu" durante 3 a 4 min.
- Inyectar el Pentothal lentamente, 15 seg.
- Colocar cánula de Mayo.
- Ventilar con "Ambu" y si no existen dificultades para hacerlo, recién entonces administrar la succinilcolina y continuar con la venti-

lación. Un minuto después de finalizar la inyección de succinilcolina, las fasciculaciones musculares que ésta produce se van agotando; es éste el momento de la intubación traqueal.

- Retirar la cánula de Mayo.
- Colocar el laringoscopio y visualizar la laringe.
- Aspirar si es necesario.
- Introducir el tubo traqueal previamente lubricado con Xilocaína jalea.
- Si en un lapso de 30 seg. no se puede intubar, se deberá reventilar y reoxigenar con Ambu hasta poder repetir el intento. Puede ser necesario repetir el Pentothal a 1/2 ó 3/4 de la dosis inicial, seguido de succinilcolina en la misma dosis inicial (1 mg/kg peso).
- Una vez realizada la intubación el operador deberá sostener el tubo con la mano hasta que sea fijado en forma correcta. Esto evitará que se deslice hacia el bronquio fuente derecho.
- Un ayudante inflará el manguito y auscultará para verificar la ventilación de ambos pulmones.
- En caso de que el paciente muerda el tubo, se deberá colocar una cánula de Mayo fijándola junto al tubo traqueal.
- Verificar la posición del tubo mediante Rx de tórax. Este debe estar centrado y la punta no sobrepasará el límite de la articulación esternoclavicular.

Inflado del manguito según técnica de pérdida mínima

- Cargar 10 ml de aire en una jeringa plástica.
- Inflar lentamente el manguito hasta que no se perciban pérdidas.
- Retirar ahora una pequeña cantidad de aire hasta que en el punto de INSPIRACION MAXIMA del respirador se perciba una **PEQUEÑA** pérdida.

ATENCION: LA PERDIDA DEBE SER PEQUEÑA Y DEBE PRODUCIRSE SOBRE EL FINAL DE LA INSPIRACION UNICAMENTE.

Los autores desean agradecer al Servicio de Anestesia del Hospital Privado la colaboración prestada en la confección de este capítulo.

MODOS VENTILATORIOS

En función de normatizar la nomenclatura de los modos ventilatorios usados o de posible utilización en nuestro medio es que justificamos la inclusión de este ítem.

- a) **CMV** (Ventilación Mandatoria Continua).
En este modo el paciente es ventilado bajo control total del respirador.
- b) **AMV** (Ventilación Mecánica Asistida).
En este modo el paciente es quien con su esfuerzo inspiratorio dispara el aparato para dar comienzo a la inspiración mecánica. Es importante aquí la regulación de la sensibilidad del aparato. Es un modo no utilizado en nuestro medio.
- c) **IMV** (Ventilación Mandatoria Intermitente).
En este modo el paciente intercala su respiración espontánea entre ciclo y ciclo del respirador. Se utiliza con frecuencias bajas menores de 8 ciclos por minuto y sobre todo para el destete de la ARM.
- d) **PEEP** (Presión Positiva de Fin de Espiración).
Este modo ventilatorio es similar a CMV pero con la diferencia de que la presión no retorna a cero (atmosférica) al fin de la espiración, sino que se mantiene por encima de la atmosférica. Se utiliza para mantener los alvéolos distendidos en patologías que como el Distress Respiratorio Agudo del Adulto tienden al colapso alveolar espiratorio. La magnitud del PEEP a utilizar (5, 10, 15 cm H₂O) variará según la severidad de la patología.
- e) **IMV/PEEP** (Ventilación Mandatoria Intermitente con PEEP).
Este modo es la combinación de los dos anteriores y no es más que la ventilación con IMV a la que se le adiciona una válvula para PEEP, de modo que la presión al fin de la espiración sea supra atmosférica. Con este sistema el paciente, para respirar espontáneamente debe vencer la presión de PEEP y generar presiones negativas, lo que implica aumento del trabajo respiratorio. Suele utilizarse para mejorar el retorno venoso que se ve disminuido durante la aplicación de PEEP.
- f) **CPAP** (Presión Positiva Continua).
En este modo el paciente respira espontáneamente en forma continua.
No es un sistema de ventilación mecánica. Durante la inspiración el paciente recibe el apoyo de un alto flujo de gases provenientes de una bolsa reservorio, lo que impide que éste deba generar un esfuerzo inspiratorio importante. La espiración se realiza contra una válvula de PEEP de forma tal que la presión espiratoria sea supra atmosférica.
En resumen con este sistema el paciente

respira espontáneamente sobre una línea de presión basal superior a la atmosférica con el mínimo esfuerzo respiratorio. Para mejor comprensión ver diagrama.

- g) **IMV/CPAP** (Ventilación Mandatoria Intermitente con CPAP).

Es similar al modo IMV/PEEP con la diferencia de que al agregar una bolsa reservorio presurizada, el paciente no debe generar presiones subatmosféricas para lograr una inspiración; lo que reduce el trabajo respiratorio y consigue un efecto similar al del IMV/PEEP.

Es utilizado en nuestro medio en el destete de pacientes ventilados con PEEP (Distress Respiratorio Agudo del Adulto).

Para una mejor comprensión ver el diagrama y compararlo con el sistema IMV/PEEP.
(Ver gráficos pág. siguiente).

ARMADO DEL RESPIRADOR

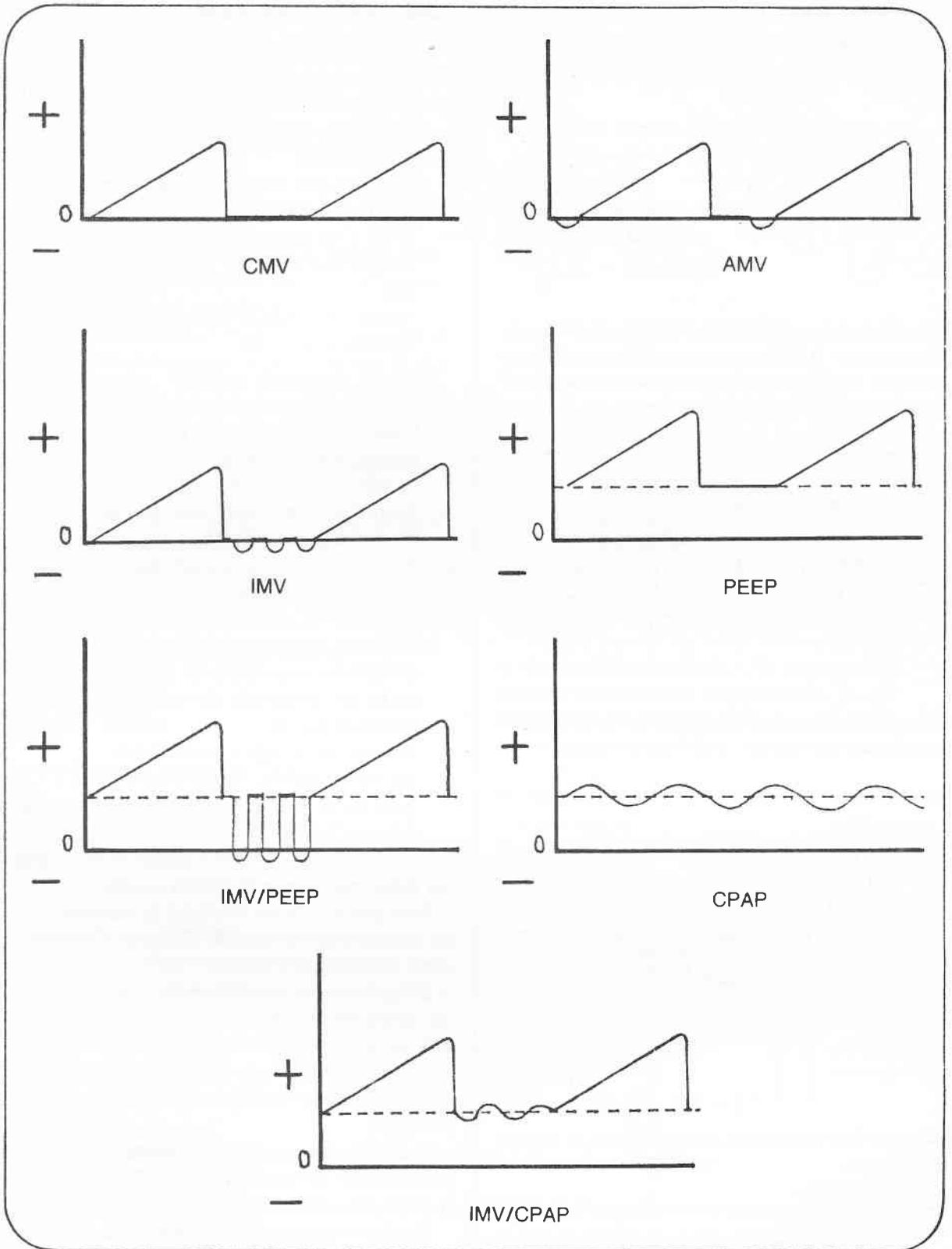
Cuando deba armar un respirador, utilice un equipo estéril que debe constar de los siguientes elementos:

- Nebulizador completo con tubo fino de 70 cm de largo que posee 2 conectores roscados en los extremos.
- Válvula de IMV con bolsa.
- Manguera verde con tubo fino verde adosado.
- Toma de presión para alarma.
- Válvula espiratoria.
- Tubo corrugado de goma negra.
- Codo blanco de conexión al paciente.

Ensamblar de la siguiente manera:

- 1- Conectar el nebulizador al respirador.
- 2- Conectar el tubo fino de 70 cm de largo a la tapa del nebulizador y el otro extremo a la salida directa de oxígeno (roscada) que se encuentra en la tapa lateral opuesta del respirador.
- 3- Conectar el tubo fino rojo de la válvula de IMV a su igual de la tapa lateral que dice "Presión positiva/negativa".
- 4- Conectar el tubo fino verde con su igual de la tapa lateral que dice "Válvula espiratoria".
- 5- Conectar el tubo fino de la toma de presión de la alarma al pico que se encuentra en la parte posterior de la alarma.
- 6- Asegurarse que la tapa de la válvula espiratoria esté correctamente ajustada y conectada al tubo verde fino.

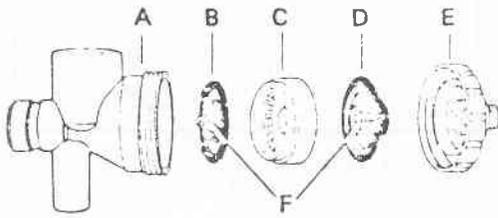
Para un correcto funcionamiento del aparato debe tenerse en cuenta:



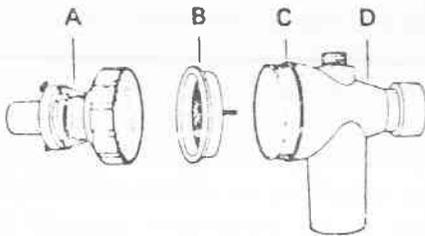
- a- **Válvula espiratoria con sus elementos correctamente ensamblados** (diafragmas e intermediario).
 b- Válvula de IMV correctamente armada. Constatar que esté colocada la válvula interna.
 c- Nebulizador armado con **TODOS sus elementos**. Pantallita verde y tubito fino colo-

- cado. En caso de que estuviera tapado se le debe destapar con un alambre **muy** fino como por ej. las guías de alambre de los catéteres. **NO UTILIZAR AGUJAS.**
 d- Verificar que los elementos que componen la línea del paciente no presenten roturas que ocasionen pérdidas.

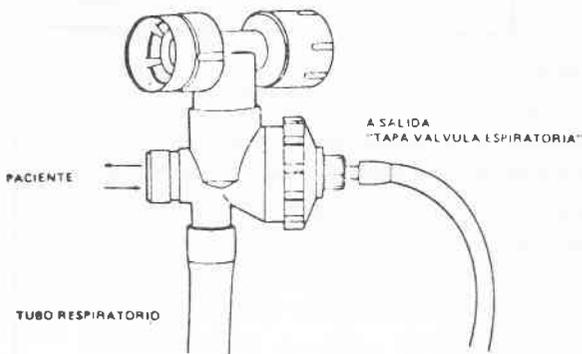
- e- NO se deben forzar las conexiones tanto para conectar como para desconectar ya que se pueden producir roturas de los elementos.



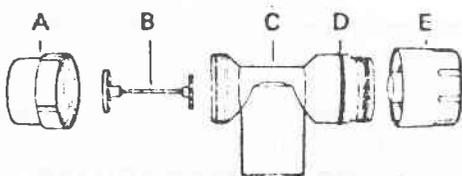
Válvula espiratoria: A cuerpo; B diafragma interno; C separador; D diafragma externo; E tapa; F prominencias. Observar que las prominencias de los diafragmas sean dirigidos hacia adentro.



Válvula IMV. A tapa con ganchos y anillo; B disco de sostén con diafragma; C O-Ring; D cuerpo.



Válvula PEEP conectada en la salida de la válvula espiratoria.



Válvula PEEP. A conector de salida; B Corredera; C cuerpo; D O-Ring; E tapa.

COMIENZO DE LA ARM

Luego de constatar el correcto armado del respirador, conecte al paciente considerando los siguientes parámetros:

- Presión de alimentación 4 kg/cm^2 (Manómetro de pared).
- f 10 a 15 por minuto (Perilla "Tiempo de apnea").
- V_t 10 a 15 ml/kg (Perilla "Volumen").
- FiO_2 0.6 (Perilla del mezclador Aire-Oxígeno).
- Presión de Trabajo suficiente para comprimir totalmente el fuelle.

Una vez conectada controlar:

- a) Ventilación correcta de ambos pulmones.
- b) Inflado del manguito del tubo endotraqueal.
- c) Nebulización correcta. Gire la perilla "Oxígeno directo" solo una vuelta.
- d) Correcto llenado del fuelle. Perilla "Dosímetro de oxígeno" abierta.
- e) Bolsa de IMV inflada y con buen flujo.
- f) Observe el manómetro del respirador a fin de constatar la presión inspiratoria. Si ésta es muy baja considere la existencia de pérdidas en la línea inspiratoria. Si es muy alta puede estar en presencia de una intubación de bronquio fuente.
- g) Alarma conectada y funcionando.
- h) Constata que las mangueras de Aire y Oxígeno estén conectadas en las bocas correctas.

En función de ventilar el paciente lo mejor posible debe mantenerlo sedado y paralizado.

Para paralizarlo se aconseja la administración de Bromuro de Pancuronio (Pavulon) 0.05 mg/kg cada 60 minutos o S.O.S.

Durante por los menos las primeras 24 a 48 hs. es aconsejable mantener al paciente sin actividad ventilatoria propia.

Luego de un período no menor de 30 minutos de estabilización solicitar un dosaje de gases arteriales.

Recordar que previo a la toma de la muestra el paciente NO DEBE SER ASPIRADO ni sometido a otros procedimientos.

Con los resultados de la gasometría arterial corregir si es necesario el respirador de la siguiente manera:

a) Corrección de la Ventilación

La ventilación se evalúa en función de la $PaCO_2$ y del pH

Recuerde que:

$$VE = (VA + VD) \cdot f \text{ o sea } VA = (Vt - VD) \cdot f$$

donde

VE: Volumen minuto respiratorio.
 VA: Ventilación Alveolar.
 Vt: Volumen corriente.
 VD: Volumen de espacio muerto.

Fórmula para corregir la ventilación

$$VA = \frac{VA \text{ medida} \times PaCO_2}{PaCO_2 \text{ deseada}}$$

Recuerde que al resultado de la fórmula anterior se le debe sumar el VD que ha sido previamente restado para calcular VA.

Una vez obtenido el VE necesario para lograr la PaCO₂ elegida puede modificar ya sea el Vt o quizás la f. Trate siempre de elegir la combinación Vt f más lógica.

b) Corrección de la FiO₂

Para corregir la FiO₂ es necesario conocer el cociente a/A

Para obtener la PaO₂ debe aplicar la ecuación del aire alveolar.

$$PAO_2 = (Pb - 47) \cdot FiO_2 - PaCO_2 \cdot 1.25$$

Pb: Presión barométrica en Córdoba 720 mm Hg.

Con el resultado anterior realice:

$$a/A = \frac{PaO_2}{PAO_2}$$

Fórmula para corregir FiO₂

$$FiO_2 = \frac{\frac{(PaO_2 \text{ deseado})}{a/A} + PaCO_2}{Pb - 47}$$

Recuerde que una PaO₂ de 60 a 70 mm Hg es suficiente para lograr una buena saturación de la hemoglobina, además obtener una PaO₂ alta a expensas de altas concentraciones de O₂ no es conveniente por los riesgos de la toxicidad del oxígeno.

EJEMPLO

Paciente de 50 años 70 kg de peso
 Vt: 900 ml pH: 7.32
 f: 5 por minuto PaCO₂: 57
 FiO₂: 0.6 PaO₂: 110

Corregir: a) Ventilación
 b) FiO₂

a) Fórmula para corregir ventilación

$$VA = \frac{VA \text{ medida} \times PaCO_2}{PaCO_2 \text{ deseada}}$$

Por lo tanto;

$$Vt \times f = VE \quad 900 \times 5 = 4500 \text{ ml}$$

$$(Vt - VD) \cdot f = VA \quad (900 - 70) \cdot 5 = 4150 \text{ ml}$$

VD: espacio muerto = peso corporal x 2

La traqueostomía o tubo endotraqueal lo reducen en un 50%.

El EPOC lo aumenta en un 50%.

De acuerdo a la fórmula tenemos:

$$\frac{4150 \times 57}{40} = 5913 \text{ VA}$$

Para obtener el VE es necesario sumar el VD previamente restado.

Por lo tanto:

VA 5913 ml

+

VD 350 ml

VE 6263 ml

Este VE puede lograrse a partir de cambios en la f o en el Vt.

Cambio en el Vt:

f: 5 minuto VE 6260 ml

Vt: 1252 ml

lo que significa un Vt de 17,8 ml/kg que es superior a lo indicado por fórmulas.

Por lo tanto es más conveniente variar la frecuencia (f) manteniendo el Vt en 900 ml. (12.8 ml/kg)

Entonces:

f: 7 por minuto VE 6300 ml
 Vt: 900 ml

b) Fórmula para corregir FiO₂

$$FiO_2 = \frac{\frac{(PaO_2 \text{ deseada})}{a/A} + PaCO_2}{Pb - 47}$$

Para calcular a/A ver previamente.

En nuestro caso:

$$FiO_2 = \frac{\left(\frac{60}{-0.33}\right) + 57}{720 - 47} = 0.35$$

Esta fórmula tiene alto valor predictivo cuando el a/A es menor de 0.55 y pierde progresivamente su exactitud a medida que el cociente se incrementa.

CUIDADOS GENERALES

En todo paciente sometido a ARM prolongada deberán tenerse en cuenta los siguientes cuidados de tipo general:

Cuidados de la Vía aérea artificial

- Correcta fijación del tubo endotraqueal o traqueostomía.
- Cambio de posición del tubo orotraqueal para evitar lesiones bucales por decúbito cada 4 a 6 hs.
- Correcto inflado del manguito según técnica de mínima pérdida.
- Controlar que la línea del respirador no traccione el tubo de traqueostomía o endotraqueal.
- Considerar desde el primer momento y diariamente, si la patología de base respiratoria o no justifica la pronta realización de traqueostomía.
- Cuidados del ostoma traqueal:
 - a) NO RETIRAR la cánula durante las primeras 48 hs.
 - b) Limpiar la zona vecina al ostoma con agua oxigenada.
 - c) Mantener el tubo de traqueostomía perpendicular al cuello del paciente.
- Cambio de decúbito cada 2 hs para evitar escaras y favorecer el drenaje de secreciones.
- Correcta humidificación de los gases inspirados. Para ello NUNCA debe dejarse vacío el nebulizador del respirador.
- Si el período de ARM se prevé como prolongado, solicitar interconsulta al Comité de Apoyo Nutricional en las primeras 24 hs a fin de establecer una alimentación adecuada.
- Provisión de un sistema de comunicación escrita para el paciente.

ASPIRACION DE LA VIA AEREA ARTIFICIAL

Ya sea que el paciente esté traqueostomizado o intubado, la vía aérea artificial deberá mantenerse estrictamente limpia y permeable.

Procedimiento

- Lavado de manos.
- Equipo estéril:
 - a) Cateter de aspiración de calibre no superior al 50% de la luz del tubo.
 - b) Guante para la mano derecha.
 - c) Equipo aspirador de buen rendimiento.
 - d) Jeringa con solución fisiológica en el caso de tener que realizar instilaciones.
- Preoxigenar al paciente ventilándolo 6 a 7 veces con una FiO_2 superior a la que recibe.
- Desconectar del respirador con la mano descubierta.

- Tomar el catéter con la mano enguantada e introducirlo en el tubo endotraqueal sin aspirar.
- Retirar el catéter aspirando y aplicándole movimientos rotatorios.
- Reconectar el respirador y reoxigenar.
- Repetir la aspiración de ser necesario.
- Controlar que el paciente quede ventilado con la MISMA FiO_2 QUE TENIA ANTES DE SER ASPIRADO.
- Cada aspiración NO DEBERA DURAR MAS DE 15 SEGUNDOS.
- Controlar el monitor de ECG durante el procedimiento. Suspender la maniobra en caso de arritmias.
- Si el paciente tuviera secreciones secas o muy espesas puede instilarse 5 a 10 ml de solución fisiológica por el tubo endotraqueal y luego aspirar.

MONITOREO

El objetivo del monitoreo del paciente ventilado es el de facilitar el reconocimiento precoz del deterioro o mejoría respiratoria y de los problemas mecánicos del respirador.

También es útil para evaluar y dirigir la terapéutica, además de poner en evidencia las tendencias del curso de la enfermedad.

Monitoreo de la función respiratoria

a) Ventilación .

Ya fue explicado previamente que el principal índice de ventilación es la $PaCO_2$.

Esta se halla en relación inversa al grado de ventilación alveolar. Debe ser tenida en cuenta con referencia al pH como fuera detallado en el capítulo "Indicaciones de ARM".

El paciente ventilado deberá tener una $PaCO_2$ de alrededor de 40 mm Hg con excepciones como pueden ser el paciente con EPOC en el cual la $PaCO_2$ se adecuará teniendo como base los valores previos al episodio de descompensación. La reducción de la $PaCO_2$ en estos pacientes deberá hacerse en forma lenta y gradual.

Otro caso especial lo constituye el grupo de pacientes en los que se realiza hiperventilación deliberada para evitar la progresión del edema cerebral, en estos casos se recomienda mantener la $PaCO_2$ en alrededor de 28 mm Hg.

Otro punto a tener en cuenta es el de no tratar de modificar el estado ácido-base por el medio incorrecto; esto es por ejemplo inten-

Cuidados de la Vía aérea artificial

- Correcta fijación del tubo endotraqueal o traqueostomía.
- Cambio de posición del tubo orotraqueal para evitar lesiones bucales por decúbito cada 4 a 6 hs.
- Correcto inflado del manguito según técnica de mínima pérdida.
- Controlar que la línea del respirador no traccione el tubo de traqueostomía o endotraqueal.
- Considerar desde el primer momento y diariamente, si la patología de base respiratoria o no justifica la pronta realización de traqueostomía.
- Cuidados del ostoma traqueal:
 - a) NO RETIRAR la cánula durante las primeras 48 hs.
 - b) Limpiar la zona vecina al ostoma con agua oxigenada.
 - c) Mantener el tubo de traqueostomía perpendicular al cuello del paciente.
- Cambio de decúbito cada 2 hs para evitar escaras y favorecer el drenaje de secreciones.
- Correcta humidificación de los gases inspirados. Para ello NUNCA debe dejarse vacío el nebulizador del respirador.
- Si el período de ARM se prevé como prolongado, solicitar interconsulta al Comité de Apoyo Nutricional en las primeras 24 hs a fin de establecer una alimentación adecuada.
- Provisión de un sistema de comunicación escrita para el paciente.

ASPIRACION DE LA VIA AEREA ARTIFICIAL

Ya sea que el paciente esté traqueostomizado o intubado, la vía aérea artificial deberá mantenerse estrictamente limpia y permeable.

Procedimiento

- Lavado de manos.
- Equipo estéril:
 - a) Cateter de aspiración de calibre no superior al 50% de la luz del tubo.
 - b) Guante para la mano derecha.
 - c) Equipo aspirador de buen rendimiento.
 - d) Jeringa con solución fisiológica en el caso de tener que realizar instilaciones.
- Preoxigenar al paciente ventilándolo 6 a 7 veces con una FiO_2 superior a la que recibe.
- Desconectar del respirador con la mano descubierta.

- Tomar el catéter con la mano enguantada e introducirlo en el tubo endotraqueal sin aspirar.
- Retirar el catéter aspirando y aplicándole movimientos rotatorios.
- Reconectar el respirador y reoxigenar.
- Repetir la aspiración de ser necesario.
- Controlar que el paciente quede ventilado con la MISMA FiO_2 QUE TENIA ANTES DE SER ASPIRADO.
- Cada aspiración NO DEBERA DURAR MAS DE 15 SEGUNDOS.
- Controlar el monitor de ECG durante el procedimiento. Suspender la maniobra en caso de arritmias.
- Si el paciente tuviera secreciones secas o muy espesas puede instilarse 5 a 10 ml de solución fisiológica por el tubo endotraqueal y luego aspirar.

MONITOREO

El objetivo del monitoreo del paciente ventilado es el de facilitar el reconocimiento precoz del deterioro o mejoría respiratoria y de los problemas mecánicos del respirador.

También es útil para evaluar y dirigir la terapéutica, además de poner en evidencia las tendencias del curso de la enfermedad.

Monitoreo de la función respiratoria

a) Ventilación .

Ya fue explicado previamente que el principal índice de ventilación es la $PaCO_2$.

Esta se halla en relación inversa al grado de ventilación alveolar. Debe ser tenida en cuenta con referencia al pH como fuera detallado en el capítulo "Indicaciones de ARM".

El paciente ventilado deberá tener una $PaCO_2$ de alrededor de 40 mm Hg con excepciones como pueden ser el paciente con EPOC en el cual la $PaCO_2$ se adecuará teniendo como base los valores previos al episodio de descompensación. La reducción de la $PaCO_2$ en estos pacientes deberá hacerse en forma lenta y gradual.

Otro caso especial lo constituye el grupo de pacientes en los que se realiza hiperventilación deliberada para evitar la progresión del edema cerebral, en estos casos se recomienda mantener la $PaCO_2$ en alrededor de 28 mm Hg.

Otro punto a tener en cuenta es el de no tratar de modificar el estado ácido-base por el medio incorrecto; esto es por ejemplo inten-

tar modificar una acidosis o alcalosis metabólica modificando parámetros ventilatorios (PaCO_2) y a la inversa.

b) **Oxigenación**

El parámetro fundamental para evaluar la oxigenación es la medición de la PaO_2 .

Esta debe consignarse SIEMPRE en relación a la FiO_2 . Si no están relacionados el valor de PaO_2 pierde totalmente significación.

Un paciente con una PaO_2 de 100 mmHg puede estar bien o mal oxigenado ya sea que respire aire u oxígeno puro.

Recordar que una PaO_2 de 60 a 70 mmHg es suficiente para lograr una buena saturación arterial. Estos valores se deberán lograr con la **FiO_2 más baja posible**, ya que FiO_2 superiores a 0.5 incrementan los riesgos de toxicidad por oxígeno y acortan los tiempos de aparición de lesiones pulmonares.

De ser necesarias FiO_2 altas (más de 0.5) para lograr una PaO_2 adecuada (60 a 70 mmHg) se debe considerar la utilización de PEEP. Es recomendable comenzar con presiones bajas (5 a 10 cm H_2O) procediendo a incrementarlas en función del resultado de los gases arteriales hasta un máximo de 15 cm de H_2O .

Cociente arterio-alveolar de O_2

Este es un índice de oxigenación en el que se combinan dos parámetros que varían en forma proporcional, lo que hace de este cociente un índice muy estable a pesar de los cambios de la FiO_2 .

Los valores normales están por encima de 0.8 y a medida que descende inferimos una peor eficiencia del mecanismo de intercambio gaseoso.

Es de utilidad no sólo para seguir la evolución del paciente y decidir futuros pasos terapéuticos, sino también para realizar la corrección de la FiO_2 necesaria para lograr determinada PaCO_2 .

$$a/A = \frac{\text{PaO}_2}{\text{PAO}_2} \quad \begin{array}{l} \text{(Presión arterial de O}_2\text{)} \\ \text{(Presión alveolar de O}_2\text{)} \end{array}$$

Recuerde que para calcular la PAO_2 es necesaria la ecuación del aire alveolar que fue descrita con anterioridad.

Tanto la PaO_2 de intercambio de gases y no de la eficiencia de la oxigenación tisular.

Para evaluar la oxigenación tisular debe te-

nerse en cuenta la oferta de oxígeno disponible.

Esto es reflejado por el transporte de oxígeno (TO_2).

El TO_2 está condicionado por el out put (CO) y por el contenido arterial de oxígeno (CaO_2).

El CaO_2 está determinado por la hemoglobina, la saturación de ésta y la PaO_2 .

$\text{CaO}_2 =$

$$(\text{Hb} \times 1.36) \cdot \text{Sat O}_2 + \text{PaO}_2 \times 0.0031$$

De lo expresado es posible inferir que la oferta de oxígeno a los tejidos no puede evaluarse sólo a partir de la PaO_2 .

Es necesario siempre mantener al paciente con un TO_2 adecuado, para ello deberán tenerse en cuenta: 1) la CO o factores relacionados con éste y que indiquen su suficiencia 2) CaO_2 fundamentalmente en lo que se refiere a su principal determinante la Hb. De poco sirve una buena PaO_2 en una paciente un mal TO_2 .

c) **Mecánica respiratoria**

Relación entre flujo y resistencia de las vías aéreas

El movimiento de aire a través de las vías aéreas genera fricción y turbulencia, por lo tanto provoca cierta resistencia a su paso. Mientras más rápido sea el flujo mayor será la fricción o turbulencia, así también mientras más estrechas sean las vías aéreas mayor será la fricción a igual flujo incrementándose la resistencia a su paso.

De lo anterior se desprende que durante la ventilación mecánica será necesaria una elevada presión para generar un flujo dado en condiciones de elevada resistencia de las vías aéreas, tanto anatómicas como artificiales.

Relación entre volumen y complacencia

Cualquier contenedor puede mantener en su seno un volumen de gas a presión atmosférica; si se adiciona una cantidad extra de gas el contenido se expandirá o el volumen de gas se comprimirá.

La resistencia del contenedor a la expansión es la complacencia y se expresa en L/cm H_2O .

El pulmón normal tiene una complacencia de 0.200L/cm H_2O , la caja torácica es igualmente complaciente. Así cuando el pulmón y el tórax con considerados en conjunto se muestran menos complacientes que cuando

son considerados por separado; de manera que la complacencia tórax-pulmón es de 0.100 L/cm H₂O.

Si se introduce un volumen de gas en un pulmón poco complaciente o en una caja torácica rígida será necesaria más presión que la utilizada para realizar la misma operación en un tórax o pulmón normal. La inversa también es válida.

Aplicación

Cuando un volumen de gas es insuflado por un respirador, la presión del manómetro se elevará hasta alcanzar la presión inspiratoria máxima para luego caer a cero.

Este pico de presión dependerá de:

1) Resistencia al flujo

- a) Magnitud del flujo
- b) Diámetro de las vías aéreas (anatómicas y artificiales).

2) Resistencia a la expansión pulmonar

- a) Tamaño de los pulmones.
- b) Volumen de gas entregado.
- c) Complacencia pulmonar.

3) Resistencia a la expansión del tórax

- a) Posición del paciente.
- b) Restricciones externas.
- c) Presión intrabdominal.
- d) Malformaciones torácicas.

Es importante entonces tener en cuenta las variaciones de la presión inspiratoria ya que ésta es reflejo de lo que sucede con la resistencia de las vías aéreas y la complacencia pulmón-tórax.

Por ejemplo un incremento en la presión inspiratoria puede deberse entre otras causas a:

- Obstrucción del tubo traqueal o traqueostomía.
- Broncoespasmo.
- Intubación del bronquio fuente derecho.
- Neumotórax.
- Reducción de la complacencia por progresión de la patología.
- Etc.

Para evitar errores de apreciación se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La presión de trabajo del respirador debe ser siempre la misma, para esto se aconseja fijar la perilla "Presión de Trabajo" con tela adhesiva, una vez determinado el valor óptimo para ventilar al paciente.
- El tubo endotraqueal no debe variar en

diámetro, ya que un tubo más delgado genera mayor presión resistiva a un mismo flujo.

- La curva inspiratoria debe ser la misma para todas las determinaciones.
- El volumen corriente no debe variar demasiado entre las determinaciones para que éstas sean comparables.

MONITOREO (Sumario)

a) Ventilación

- A) pH y PaCO₂
- 2) PaCO₂ 40 mmHg excepto EPOC e hiperventilación deliberada

b) Oxigenación

- 1) PaO₂ y FiO₂
- 2) PaO₂ no menor de 60 mmHg ni mayor de 70 mmHg.
- 3) Utilizar la FiO₂ más baja posible. Menor de 0.50
- 4) De ser necesario utilizar PEEP hacerlo hasta un máximo de 15 cm H₂O.
- 5) Cociente a/A útil para evaluar oxigenación a pesar de las variaciones de la FiO₂. Seguimiento de la evolución. Valor normal > 0.80.
- 6) Oxigenación tisular tener en cuenta out put cardíaco y hemoglobina.

c) Mecánica respiratoria

- 1) Observar el manómetro del respirador.
- 2) Incrementos de presión pueden indicar: alteraciones de la complacencia tórax-pulmón o incremento de la resistencia de las vías aéreas anatómicas o artificiales.
- 3) Presión inspiratoria elevada debida a neumotórax requiere una intervención rápida. Tener siempre a mano un equipo para toracocentesis cada vez que ventile a un paciente.
- 4) Presiones inspiratorias bajas sin causa pulmonar evidente pueden estar indicando pérdidas en el circuito ventilatorio. Revisarlo en toda su extensión, incluido el tubo traqueal.
- 5) Minimice los factores de error en la determinación de la presión inspiratoria para hacer comparables los registros.

A continuación adjuntamos un listado de parámetros a tener en cuenta en el monitoreo de rutina del paciente y respirador.

También se ofrece una tabla de contingencias con sus posibles causas y significación además

del elemento a corregir; tanto del paciente como del respirador.

Incluimos sobre el final la hoja de cabecera de los pacientes ventilados donde deberá consignar los parámetros ventilatorios ya descriptos.

Por último una hoja en donde constan los problemas de funcionamiento mecánico que se observan con cierta frecuencia en nuestros respiradores y sus posibles causas.

Problemas que puede ofrecer el paciente

Conducta del paciente

Ansiedad.....	Respuesta al nuevo ambiente.....	Explique la situación.
	PaO ₂ ↓.....	Revise el sistema ventilador-paciente. Gasometría.
Intraquietud.....	PaO ₂ ↓PaCO ₂ ↓.....	Idem anterior.
agitación	dolor.....	Analgésicos.
Confusión, des-orientación	PaO ₂ ↓.....	Revise la FiO ₂
	insomnio.....	Provea el sueño adecuado
Somnolencia.....	Respuesta a drogas.....	Chequear medicación
depresión.....	PaO ₂ ↑.....	Revise ventilador
Disnea.....	Ansiedad.....	Otorgue confianza
	PaO ₂ ↓.....	Revise ventilador y gases arteriales.
	Ventilación↓.....	Ventilador, gases, control.
Cefalea.....	PaCO ₂ ↑.....	Revise ventilador, gases.
Tetania.....	PaCO ₂ ↓con pH↑.....	Revise ventilador, gases.
convulsiones		
Asterixis.....	PaCO ₂ ↑.....	Si no hay nada que lo explique evalúe gases.

Signos vitales

Hipotensión.....	Retorno venoso↓.....	Evalúe el balance hídrico. Necesidad de drogas hipertenso- ras.
Hipertensión.....	Respuesta a PaO ₂ ↓.....	Revise ventilador-paciente. Ga- ses.
Arritmias.....	PaO ₂ ↓PaCO ₂ ↓PaCO ₂ ↑.....	Idem anterior.
taquicardia		
bradicardia	Retorno venoso↓.....	Revise parámetros hemodinámi- cos.
Oscilaciones.....	Retorno venoso↓.....	Revise parámetros hemodinámi- cos.
de la PVC y la presión de wedge.		
Out put urinario.....	Out put cardíaco.....	Revise parámetros hemodinámi- cos.
	debido a retorno venoso↓	
Fiebre.....	↑Tasa metabólica causada.....	Reacomode el paciente al venti- por lucha contra el respirador lador.
	infección.....	Tratar la infección
	atelectasias.....	Secreciones, tapones, intubación de un bronquio.

Examen físico

Asincronía con el ventilador	Ansiedad	Dé confianza.
	Flujo o volumen inadecuados	Chequee los valores de ventilación.
	PaO ₂ ↓PaCO ₂ ↑	Gases arteriales.
Ruidos respiratorios	Volumen corriente↓	Chequee el ventilador.
	Atelectasias	Rx, para infiltrados, neumotórax, posición del tubo.
	Neumonía	
	Intubación bronquio.	
	Neumotórax	
Roncus	Secreciones	Aspirar.
	Agua condensada en el tubo endotraqueal.	Idem.
Sibilancias	Broncoespasmos	Broncodilatores.
	Flujo demasiado alto.	Chequee el ventilador.
Piel fría con pulso débil	Vasoconstricción por out put cardíaco	Revise parámetros hemodinámicos.
	PaO ₂ ↓PaCO ₂ ↓	Chequee ventilador-paciente. Gases.
Piel caliente y húmeda	PaCO ₂ ↑	Idem anterior
Enfisema subcutáneo	Traqueotomía, falsa	Recoloque el tubo de traqueotomía.
	Neumotórax	Rx, drenaje torácico.
Pérdida de aire por alrededor del manguito	Mala inflación del manguito	Reinflar.
	Manguito roto	Reemplace el tubo
	Fístula traqueoesofágica	Consulte especialista
Secreciones gruesas.	Falta de humedad	Provea humidificación
Secreciones muy líquidas	Exceso de humedad	Revise humidificador.
	Drenaje de agua	Cambie la línea inspiratoria. desde la línea inspiratoria.

Laboratorio y radiología

PaCO ₂ ↓	Exceso de ventilación	Chequee el ventilador.
	Acidosis metabólica	Corrija estado ácido base.
PaCO ₂ ↑	Disminución de la ventilación	Revise ventilador.
	Pérdidas por tubo endotraqueal	Revise tubo
	Intubación bronquio	Revise posición del tubo
	Obstrucción vía aérea	Aspire
	Sobresedación	Chequee medicación.
	Metabolismo incrementado.	Evalúe demanda metab.
PaO ₂ ↓	Pérdidas en la línea inspiratoria.	Chequee la línea.
	Ventilación o	Chequee ventilador.

	FiO ₂ alterada	
	Obstrucción vía aérea.....	Limpie la vía aérea de secreciones u obstrucción.
	Intubación bronquio	Revise posición tubo.
Hiperpotasemia.....	Acidosis.....	Gases arteriales.
Hipopotasemia.....	Alcalosis.....	Idem anterior.
Hiponatremia.....	Retención de agua	Considere la diuresis por caída del retorno venoso y evalúe hemodinamia.
Rx de neumotórax	Presión intralveolar	Drenaje torácico. altísima con ruptura de pequeñas bullas.
Malposición del tubo endotraqueal.....	Desplazamiento del tubo hacia el bronquio	Recoloque el tubo
	Colocación muy alta o muy baja.	

MONITOREO DEL RESPIRADOR

El objetivo del control del ventilador es el de detectar los problemas con precocidad y tratar de solucionarlos antes de que éstos pongan en peligro la vida del paciente.

Para ello es necesario conocer previamente el funcionamiento y las características del aparato que se está utilizando, por ello es recomendable estudiar el manual de funcionamiento del respirador en forma exhaustiva.

El control del respirador deberá ser realizado por personal experimentado por lo menos cada 2 hs, debiendo registrar por escrito los ajustes que se realicen y las lecturas observadas.

Observar

- Línea inspiratoria libre de agua.
- Humidificador lleno.

Alarmas.

Reemplazo de la línea inspiratoria cada 48 hs.

Control de pérdidas.

Registrar

- Volumen corriente.
- Frecuencia respiratoria.
- Presión inspiratoria máxima (MIP)
- FiO₂
- Flujo inspiratorio.
- Volumen del espacio muerto agregado o mecánico.
- Volumen de suspiro.
- Presión estática (SPR).
- PEEP.

La siguiente es un modelo de hoja de registros diseñada por el autor y utilizada en la Unidad de Terapia del Hospital Privado, Córdoba. Rep. Argentina.

Problemas que puede ofrecer el ventilador

Disminución del volumen corriente o minuto.	Pérdidas por el manguito	Cambie el tubo.
	Pérdida por la línea inspir.	Solucione pérdidas
	Frecuencia respiratoria.....	Chequee el control correspondiente.
	Complacencia	Evalúe al paciente.
	Secreciones	Aspire.
Aumento del volumen minuto o corriente	Controles alterados	Revise el ventilador.
	Complacencia ↑.....	Mejoría

Cambio en la frecuencia respiratoria.....	Controles.....	Revise el ventilador alterados
Incremento brusco de la MIP.....	Tos.....	Alivie la tos incontrolada
	Secreciones.....	Aspire
	Línea inspiratoria.....	Revise línea inspiratoria acodada
	Tubo endotraqueal.....	Cambie el tubo obstruido
	Intubación de un.....	Verifique posición tubo bronquio
	Asincronía ventilador paciente.....	Trate de reacomodarlo
	Broncoespasmo.....	Broncodilatores
	Neumotórax.....	Drenaje torácico.
Incremento gradual de la MIP.....	Complacencia↓.....	Mida la SPR
	Proceso obstructivo.....	Atelectasias, broncoespasmo. difuso.
Disminución brusca de la MIP.....	Pérdidas en el.....	Chequee pérdidas sistema
	Disminución de.....	Mejoria las secreciones liberación del broncoespasmo
	↑complacencia.	
Alteración de la FiO ₂	Falla del blender.....	Corrija la falla.
	Falla en la fuente.....	Corrija la falla de oxígeno.
Alteración del PEEP.....	Evaporación del agua.....	Agregue agua hasta el nivel deseado
	Desconexión de la válvula de PEEP.....	Reconecte Reconecte
Cambios de la SPR.....	Cambios en la.....	Evalúe el paciente y corrija la causa si es posible.

Algunas fallas observadas en los respiradores

Presión Inspiratoria Baja

Desconexión
Pérdidas
Válvula espiratoria mal armada
Fistula Traqueoesofágica
Manguito desinflado
Reducción del Vt
Linea verde fina desconectada

Ciclado rápido y continuo

Sensibilidad excesiva
Presión de trabajo baja
Presión de alimentación baja (manómetro de pared)

Linea verde fina desconectada

Fuelle no sube completamente

Baja presión de alimentación
Baja presión de trabajo
Excesiva apertura de las llaves de nebulización, IMV o dosímetro de oxígeno
Paciente lucha contra el respirador

Tiempo Inspiratorio Prolongado

Baja presión de trabajo
Linea verde fina desconectada
Baja presión de alimentación (Manómetro de pared)

Fuelle que no desciende

PACIENTE:

H.C.:

FECHA:

INDICACION:

PFR:

DIA																			
HORA																			
A R M	MODO																		
	F																		
	VT.																		
	PEEP																		
	PRESION																		
F _I O ₂																			
R E S P E S P	F																		
	VT.																		
	TIPO																		
G A S E S	pH																		
	PCO ₂																		
	CO ₂																		
	PO ₂																		
	a/A																		
Rx.																			
CLINICA																			
N U T R	TIPO																		
	CAL.																		
	CARB.																		
TRAQUEO																			
Vc.																			
V V M																			
Pi. MAX.																			
COMPLIC.																			
DROGAS																			

Llave dosímetro de oxígeno cerrada
Flujo de llenado del fuelle bajo

FiO₂ baja

Palanca lateral mal colocada
Chequear calibración del oxímetro
Toma de aire lateral del fuelle
abierto (cuando tiene blender)

Disparo del paciente

Sensibilidad excesiva
Llave de alimentación de la
bolsa de IMV cerrada

WEANING

Criterios y procedimientos

A) Factores no respiratorios

A1) ¿Cuál ha sido la evolución de la patología que originó la indicación de ARM si ésta fue extra respiratoria?

Favorable: iniciamos weaning.

Estacionario o desfavorable: no iniciamos weaning.

Desfavorable: considerar traqueostomía.

A2) ¿Qué complicaciones se han agregado?

TEP

IAM.

Arritmias.

Considerarlas sumándolas a A1

Hemorragia digestiva.

Sepsis.

Etc. . . .

B) Factores respiratorios

El procedimiento varía según usemos: **método tradicional** o **método IMV**

B1) Método tradicional

B1a) Evaluar factores de predicción:

VC > 10 ml/kg.

Vt > 5 ml/kg.

Plmax > 30 cm H₂O.

PaCO₂ 40 mm Hg con un VE del respirador < 10 L/min.

o < 180 ml/kg/min.

MVV > VE x 2.

PaO₂ > 50 mm Hg con FiO₂ 0.5

a/A > 0.20

PaO₂/FiO₂ > 200

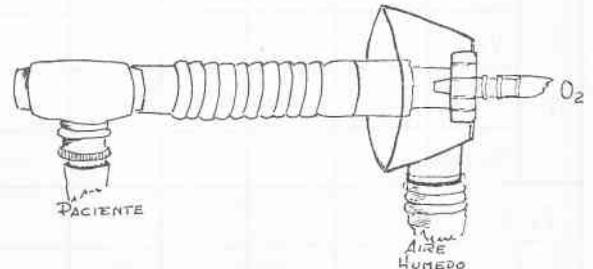
B1b) Elección del momento adecuado: personal disponible.

B1c) Suspender sedantes y narcóticos.

B1d) Cuidadosa aspiración de la vía aérea.

B1e) Retirar ARM y colocar tubo en "T" con

la misma FiO₂ que tenía con ARM agregando humidificación, o adaptar la línea del respirador para que funcione como tubo en "T" quitándole los diafragmas a la válvula espiratoria colocando con este caso un FiO₂ de 1.0 en el mezclador.



B1f) Observación **continua** control a los 30 minutos de:

f: < 30 o no > de 14 ciclos por encima de la inicial.

Pulso: < 120 o no > de 16 por encima del inicial.

Alternancia respiratoria o abdomen paradójal.

Actividad de músculos accesorios.

Disnea.

pH > 7.30

PaO₂ = o > del 80% de la pre weaning

B1g) Extubación: debe concretarse dentro de las 6 hrs de tubo en "T" con controles favorables.

Si por condiciones agregadas (depresión de la conciencia, infección respiratoria, antecedentes de obstrucción respiratoria superior, inestabilidad hemodinámica, etc.) se tienen dudas del éxito del weaning, se puede dejar el tubo endotraqueal por 12 hs de observación. Tener en cuenta que sea un tubo igual o mayor del N° 8.

B1h) Si el weaning fracasa (apartado B4) se debe reiniciar ARM en modo CMV y previa evaluación y corrección de las posibles causales (apartado B4) reintentar el procedimiento por el método descrito o por los métodos: **IMV** o **Tradicional gradual**.

B2) Método tradicional gradual

Consiste en periodos de ventilación espontánea que aumentan progresivamente cada 24 hs con duración inicial de 15 minutos, intercalados con periodos de ARM en modo

CMV que van siendo acortados paulatinamente.

Durante la noche el enfermo permanece bajo CMV hasta que pueda pasar un día completo respirando espontáneamente.

Se utilizan procedimientos de Fisioterapia Respiratoria y se realizan controles como en Bf 2 veces por día.

B3) Método IMV

B3a) No utiliza factores de predicción; comienza cuando se considera que la patología que originó la indicación de ARM ha comenzado a evolucionar favorablemente. Considerar apartado A.

B3b) Considerar apartados B1b, c, d. Evaluar el funcionamiento del sistema de IMV y el diámetro del tubo endotraqueal.

B3c) Reducir en 2 respiraciones/minuto la f y evaluar en 30 minutos lo indicado en Bf. Si la evolución es favorable repetir el procedimiento hasta llegar en el **menor tiempo posible** a f de 2 a 4 por minuto aplicando las indicaciones de los apartados B1e y sucesivamente Bf y g. Si la evolución es **desfavorable** volver a la f de ARM inmediata superior y evaluar lo indicado en el apartado B4.

B4) Fracaso del weaning

Criterios y factores causales probables.

B4a) **Hipoxemia:** traducida por $a/A < 0.20$, $PaO_2/FiO_2 < 200$ que puede significar resistencia de la patología original o agregado de complicaciones.

B4b) **Fallo del impulso ventilatorio:**

Traducido por esfuerzo ventilatorio mínimo o ausente sumado a hipercapnia. Si se acompaña de pH mayor de 7.40 pensar en alcalosis respiratoria ($PaCO_2 < 35$ mm Hg o por debajo de la basal del paciente en cuestión) o alcalosis metabólica.

Si se acompaña de pH menor de 7.30 pensar en efecto de sedantes narcóticos o curares, inanición o malnutrición o evolución de un trastorno neurológico original o agregado.

B4c) **Requerimiento ventilatorio excesivo:** Traducido por un $VE > 10$ L por minuto para mantener una $PaCO_2$ en 40 mm Hg.

Pensar en VCO_2 (producción de CO_2) excesiva (fiebre, sepsis, otros estados hipermetabólicos, excitación psicomotriz, convulsiones, escalofríos, excesivo aporte de carbohidratos) o un $VD/Vt > 0.6$ (espacio muerto fisiológico).

B4d) **Fatiga o debilidad muscular:**

Traducida por $Pl_{max} < 30$ cm H_2O alternancia respiratoria o abdomen paradójico, disnea, $f > 30$ actividad de músculos accesorios.

Pensar en enfermedad neuromuscular, malnutrición, déficit hemodinámico, curares o aminoglucósidos, desórdenes electrolíticos (hipofosfatemia, hipomagnesemia o hipokalemia), resistencia de las vías aéreas elevada o complacencia disminuida.

B4e) **Trabajo respiratorio excesivo:**

Traducido por una $f > 30$ con tiraje y actividad de los músculos accesorios. Pensar en **obstrucción inspiratoria o espiratoria** (aumento de la resistencia de las vías aéreas) por broncoespasmo, secreciones, cuerpo extraño, tubo endotraqueal obstruido o muy delgado, o **restricción torácica** (reducción de la complacencia tórax-pulmón) por vendajes, dolor, intubación del bronquio fuente, neumotórax, atelectasias o evolución del problema original.

B4f) Pensar en combinación de factores causales.

COMPLICACIONES DURANTE A.R.M.

Son más frecuentes en los meses invernales entre las 24 y la 1 hs.

El 63% aproximadamente son debidas a **ERROR HUMANO.**

Esquemáticamente podemos agruparlas en:

- Atribuibles a la intubación, cuidado del tubo endotraqueal y extubación.
- Atribuibles a mal funcionamiento del respirador (Ver Monitoreo).
- Complicaciones médicas durante la ARM.

A) Atribuibles a la intubación, cuidados del tubo endotraqueal y extubación.

Ventajas y desventajas de las distintas vías de intubación traqueal

1) Vía orotraqueal

Ventajas: La vía más rápida, segura y fácil; requiere poco equipo; barata. Se puede hacer en cualquier lugar, requiere menos entrenamiento, ante la mejoría permite rápida extubación. Es la preferida en las emergencias.

Desventajas: Complicaciones orales (lesiones en labios, dientes, faringe y lengua). Mal tolerada por el paciente lúcido.

Comunicación imposible. Acumulación de secreciones, mala higiene bucal. No apta para períodos prolongados. No permite nutrición. Difícil fijación.

2) Vía nasotraqueal

Ventajas: Mejor tolerada. Puede ser efectuada a ciegas.

Indicada en: lesiones cervicales, cirugía, oral, traumatismo máxilofacial, trismus, alteraciones en la articulación temporomandibular, cuello de búfalo.

Mejor deglución. Mejor fijación. Menor incidencia de lesiones faríngeas.

Desventajas: Requiere un tubo de poco diámetro.

Lesiones nasales, senos paranasales, oído medio.

Requiere buena preparación nasal previa (descongestivos, anestesia). No aconsejable para emergencias.

3) Traqueostomía

Ventajas: La mejor ruta para la ventilación prolongada.

Mejor aceptación estética.

Tolerancia por meses. Posibilidad de deglución.

Mejor comunicación, fácil recanalización en caso de salida accidental.

Fácil aspiración.

Desventajas: Requiere personal calificado y ambiente quirúrgico.
NO para emergencias.

Cara.

Complicaciones severas: Hemorragia e infección.

Puede inducir al médico a posponer la decanulación por comodidad.

Complicaciones durante la intubación

Causas: La mala técnica, inexperiencia y mal razonamiento llevan a INTENTOS PROLONGADOS (más de 3 intentos de más de 3 minutos cada uno).

Lesiones: Dentales: (1 a 2%)

Hemorragia nasal (54%).

Perforación retro o hipofaríngea: absceso, enfisema subcutáneo, mediastinitis.

Hematoma y dislocación de las cuerdas vocales.

Aspiración Pulmonar (8 al 18%).

Intubación del bronquio fuente derecho (9 al 10%).

Arritmias (otraqueal 58%, nasotraqueal 32%).

Paro cardíaco (menos del 1%).

Prevención: Conocimiento anatómico.

Disponibilidad del equipo necesario, correcto funcionamiento.

Oxigenación previa (ver INTUBACION).

Aspiración orofaríngea.

Sedación y relajación.

Elección de la vía.

Colocación correcta del paciente.

Complicaciones mientras está el tubo colocado.

Causas: Factores relacionados con el tubo.

Diámetro, consistencia, esterilización, tiempo de permanencia.

Factores relacionados al balón.

Relación volumen/complacencia: mayores complicaciones con balones de menor complacencia y bajo volumen (tubos de goma rojos).

Tiempo de permanencia.

Asociación con lesiones por de cúbito por fuera de la traquea, por ejemplo, sonda nasogástrica.

Otros

Posiblemente el uso de corticoides sistemáticos.

Lesiones: Laringeas

Edemas e inflamación (aprox. 100% de los casos).

Ulceración (50 al 100%).

Hematoma (5 al 10%).

Traqueales

A nivel del balón (en relación a isquemia e inflamación de la mucosa).



Fistula traqueoesfágica.

Laceración o ruptura traqueal

Otras

Obstrucción del tubo:

Acodamiento

Secreciones o coágulos.

Mordedura.

Compresión por excesiva presión del balón.

Herniación del balón.

Fallo del sistema de inflado:

Ruptura del tubo piloto.

Ruptura de la válvula piloto.

Autoextubación (13%).

Aspiración Pulmonar (15 al 20%).

Nutrición inadecuada.

Dolor.

Incomunicación.

Lesiones bucales.

Prevención: Consideración oportuna de la traqueostomía.

Reducir la movilización del tubo durante la manipulación del paciente.

Utilizar técnica de "mínima pérdida" al inflar balones.

Chequear con frecuencia lo antes mencionado.

Cambiar la posición del tubo en la boca.

Aspirar según técnica descripta.
Humidificación.

Marcar el tubo a la altura de la arcada dental para controlar la profundidad.

Prevenir la autoextubación.

Considerar diariamente la posibilidad de extubar y la necesidad de traqueostomía.

Nutrir adecuadamente.

Facilitar la comunicación.

Observar radiológicamente la relación diámetro balón/diámetro traqueal.

Complicaciones durante la extubación.

Causas: Mala técnica.

Autoextubación.

Lesiones: Dolor.

Edema laringeo con obstrucción (1%).

Laringo broncoespasmo.

Traumatismo glótico.

Aspiración.

Paro cardiaco.

Prevención: Oxigenar al paciente.

Aspiración cuidadosa oro, faringo, traqueal.

Movimientos delicados.

En caso de pacientes con vías aéreas irritables:

- Broncodilatación.

- Hidrocortisona 100 mg EV.

- Luego extubación.

Complicaciones posteriores a la extubación.

Son secuelas de las enumeradas durante la permanencia del tubo.

Laríngeas: Ronquera (80 a 100%).

Paresia cuerda vocal, lesión estructural.

Granuloma (3%).

Estenosis, lesión severa (0.5 a 2%).

Aspiración pulmonar.

Traqueales:

Estenosis (20% tienen una reducción del diámetro traqueal mayor del 10%).

Traqueomalacia.

Estenosis a nivel ostomal.

Reconocimiento: Ronquera persistente.
Disnea de esfuerzo.
Dificultad para expectorar.
Tos.
Sibilancias.
Estridor.

Seguimiento regular del paciente hasta 6 meses postextubación. Examen físico: palpación de la traquea, frote inspiratorio.

Ante la duda: Tomografía lineal.
Laringoscopia.
Broncofibroscopia.
Curva Flujo-Volumen.
Radioscopia.

B) Atribuibles a mal funcionamiento del respirador (ver "MONITOREO")

C) Complicaciones médicas durante la ARM.

Hiperventilación Alveolar

La aparición de acidosis respiratoria aguda en un paciente previamente compensado por la ARM.

Causa: Pérdida de gas en el circuito del respirador.
Balón desinflado.
Fistula broncopleurale.
Obstrucción del tubo: secreciones, acodamiento, etc.
Aspiración pulmonar.
Broncoespasmo.
Edema pulmonar.

Hiperventilación Alveolar

La aparición de alcalosis respiratoria aguda en un paciente previamente compensado por la ARM.

Causa: Ventilación en modo AMV (ver capítulo correspondiente).
Intubación del bronquio fuente derecho (se suma hipoxemia).
Modificación de los controles de frecuencia y volumen.

Hipotensión

Se produce por caída del gasto cardíaco, inducido por reducción del retorno venoso y por cambios con la geometría del septum interventricular con consiguiente reducción en la complacencia del ventrículo izquierdo, secundario al aumento de la presión intratorácica.

En orden decreciente lo producen:
PEEP
CMV
CPAP
IMV/PEEP
HFJV (ventilación jet de alta frec.)

Barotrauma

Se considera cuando aparece: Neumotórax
Neumomediastino.

Enfisema subcutáneo.

Neumopreicardio.

Neumoperitoneo.

Mayor probabilidad cuando el pico de presión inspiratoria supera 60 cm de agua, con la intubación del bronquio fuente derecho y en aquellos con neumonías extensas a Gram (-) y pacientes con EPOC.

Siempre que se superen dichas presiones inspiratorias o se use PEEP debe asegurarse la existencia a mano del instrumental necesario para la colocación de un drenaje pleural.

Los neumotórax durante ARM son **siempre HIPERTENSIVOS** y debido a sus consecuencias hemodinámicas deben resolverse a la brevedad.

Infección

Los pacientes bajo ARM están con frecuencia inmuno comprometidos.

La ARM anula varias barreras defensivas pulmonares.

Mayor posibilidad de contaminación a través de partículas aerosolizadas.

Presencia en UTI de gérmenes hospitalarios polirresistentes.

Atelectasias

Causadas por: Intubación del bronquio fuente derecho.

Acumulación de secreciones.

Aspiración pulmonar.

Volumen inadecuado.

Hemorragia gastrointestinal.

Toxicidad pulmonar por oxígeno.

Aumento de secreción de hormona antidiurética.