



Tarjetas digitales

VENTILACIÓN MECÁNICA

para áreas críticas

Orlando Pérez Nieto • Eder Zamarrón
Ernesto Deloya • Raúl Soriano • Salvador Sánchez Díaz



INDICACIONES PARA INICIAR LA VENTILACIÓN MECÁNICA

Insuficiencia respiratoria:

- PaO₂ <60 mmHg (previo O₂ suplementario)
- SpO₂ <88% (previo O₂ suplementario)
- PaCO₂ >50 mmHg con pH <7.32 (habitualmente sintomática)

Indicaciones para la protección de la vía aérea:

- Apnea
- Obstrucción de la vía aérea
- Deterioro neurológico que condicione hipoxemia o hipoventilación
- Alta probabilidad de obstrucción, aspiración o falla ventilatoria
- TCE Severo
- Trauma Facial con compromiso o sospecha de compromiso de vía aérea
- Trauma Cervical con compromiso o sospecha de compromiso de vía aérea
- Quemadura de vía aérea o sospecha de quemadura de vía aérea

Indicaciones neurológicas:

- Escala de Glasgow ≤ 8 puntos
- Disminución de 2 puntos del puntaje inicial

Indicaciones misceláneas:

- Anestesia, analgesia y sedación en pacientes sometidos a cirugía mayor (habitualmente superiores al diafragma)
- Transporte de un paciente con riesgo inminente de compromiso neurológico o respiratorio severo
- Procedimientos diagnóstico-terapéuticos (ej. Broncoscopía)

Formula de peso ideal para pacientes sin SDRA:

Talla (m)² x 23 (hombre)

Talla (m)² x 21.5 (mujer)

Formula de peso predicho para pacientes con SDRA:

[Talla (cm) – 152.4] x 0.91] + 50 (hombre)

[Talla (cm) – 152.4] x 0.91] + 45 (mujer)



SECUENCIA DE INTUBACIÓN RÁPIDA

Preparación	Monitorización (telemetría, pulsoximetría, capnografía, etc.) Material necesario para la intubación (laringoscopio, hojas, tubos orotraqueales, mascarilla laríngea, fármacos, etc.), prevea vía aérea difícil (VAD)
Pre-oxigenación (Realizar en 3 min)	Administrar FiO_2 entre 80 al 100%, evitando ventilación con presión positiva.
Pre-medicación	Lidocaína 1mg/kg si sospecha o presencia de HIC o broncoespasmo. Fentanilo 0.5 mcg/kg para analgesia. Atropina 0.01-0.02 mg/kg si riesgo de bradicardia o secreciones abundantes. Desfasciculación en caso de Succinilcolina o impregnación en Rocuronio con 10% de la dosis total (debatible).
Inducción (Realizar junto con la premedicación entre 3 a 5 min)	Propofol 1-3 mg/kg o Ketamina 1.5 mg/kg o Etomidato .2-.3 mg/kg o Fentanilo 1-2 mcg/kg o Midazolam 0.05-0.1 mg/kg (poco utilizado)
Parálisis (inmediatamente después del inductor)	Succinilcolina (despolarizante) 1-2 mg/kg Rocuronio (no despolarizante) 1.2 mg/kg
Intubación	Paso del tubo orotraqueal (#7-7.5 en mujeres* o #7.5- 8 en hombres*), tenga disponible mascarilla laríngea y equipo de VAD
Comprobación	Auscultación pulmonar con adecuada ventilación bilateral Capnografía o capnometría Deslizamiento pulmonar por ultrasonido Punta del tubo orotraqueal 2 cm por arriba de la carina en Rx. tórax
Cuidados post intubación	Monitorice que $\text{SpO}_2 > 90\%$, ETCO_2 35-45 mm Hg, TA adecuada.

NOTA: En paciente hemodinámicamente inestable una secuencia de inducción farmacológica es: **Fentanil 20-40 mcg y Etomidato 0.2 mg/kg** seguido de **Rocuronio 1 mg/kg**. (Anesthesiology & Clinical Science ISSN 2049-9752)

*En medida de lo posible coloque tubo orotraqueal #8, #8.5 o #9.



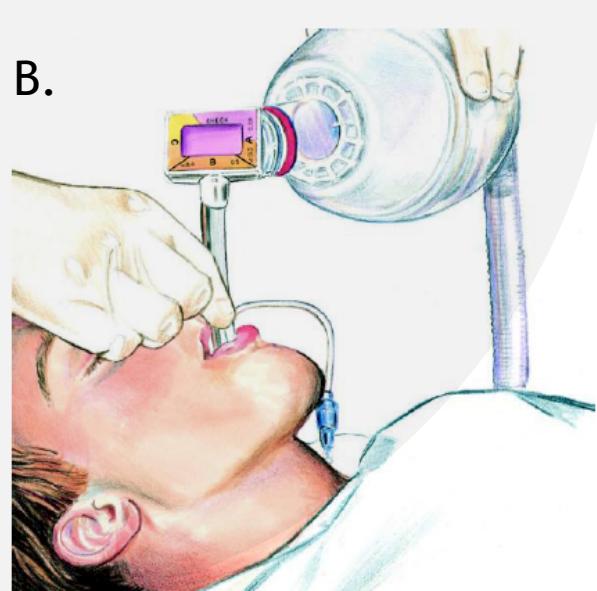
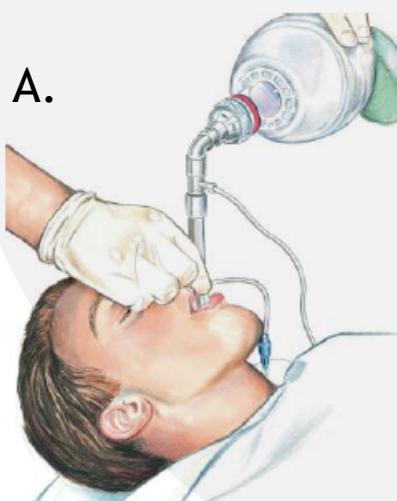
Sedantes mas utilizados en la inducción en SIR.

FÁRMACO	DOSIS	INICIO Y DURACIÓN	OBSERVACIONES Y PRECAUCIONES
Etomidato <small>(hipnótico no barbitúrico)</small>	0.2-0.6 mg/ kg IV para inducción 5-20 mcg/kg/ min IV de mantenimiento	30 seg y dura por 3-10 min	Hipnótico, estabilidad hemodinámica y respiratoria, no analgésico, reduce el consumo de oxígeno cerebral, la PIO y PIC. Clase C en el embarazo
Fentalino <small>(opiáceo sintético)</small>	1-3 mcg/ kg IV para inducción Sedación 50-100mcg IV ANESTESIA 0.7- 10 mcg/kg/h Infusión continua	1- 2 min y dura 30 - 40 min	Gran variabilidad de la dosis. Dependencia física a los 3 - 5 días. Infusión IV rápida puede provocar rigidez de músculos e pared torácica, hipotensión arterial, bradicardia. Clase B en el embarazo
Ketamina <small>(anestésico disociativo)</small>	1-2.5 mg/ kg IV Inducción 0.5-1mg/ kg IV Sedación 0.7-3 mcg/kg/hr Infusión continua	30 seg y dura por 5-15 min IV	Mantiene reflejos de vía aérea, produce broncodilatación, broncorea, analgesia, nistagmos y midriasis. Posible apnea e hipotensión en pacientes depletados de catecolaminas. Clase C en el embarazo
Midazolam <small>(BZD de acción corta)</small>	0.05-0.1 mg/kg Sedación consciente 0.1-0.3 mg/kg IV Inducción 0.04-0.4 mh/kg/ hr Infusión	1-2 min y dura 1-4 hrs	Amnésico, no analgésico, dosis variable, reducir 50% dosis Dep Cr <10ml/min. Uso prolongado puede causar Sx. Abstinencia. Clase D en embarazo.
Propofol <small>(hipnótico sedante)</small>	1.5- 2mg/kg IV Inducción 1-5mg/kg/hr Infusión	20-40seg y dura 8 a 15min	Inicio de efecto hipnótico rápido, de corta duración, efecto antiemético, no analgésico, reduce presión arterial, produce amnesia. Apnea e hipotensión, se contamina fácilmente, puede inducir anafilaxia en alérgicos a soya o a huevo. Clase B en embarazo
Tiopental <small>(barbitúrico de acción ultracorta)</small>	3-5 mg/kg Inducción 0.5-1 mg/kg Sedación	30 seg y dura por 3-5 min	Hipnosis rápida, amnesia retrograda, no provee analgesia, reduce PIO, PIC, TA. Dolor en sitio de administración y broncoespasmo. Clase D en embarazo.



Relajantes musculares mas utilizados.

RELAJANTE MUSCULAR	DOSIS IV (MG/KG)	INICIO DE EFECTO (MIN)	RECUPERACION (MIN)
Vecuronio	0.1-0.2	1-2	>20
Rocuronio	1-1.2	<1	>20
Rapacuronio	1.5-2	<1	5-7
Succinilcolina	1-2	<1	3-10
Atracurio	0.1	2	30



Imágenes: AHA 2005

Confirmación de intubación orotraqueal mediante:
A. Capnografía,
B. Capnometría

PROGRAMACIÓN EN VENTILACIÓN MECÁNICA

Ventilación mecanica No Invasiva con presión soporte

Parametro	Valor
FiO2	21-60%
PS	La necesaria para un Vt 6 a 8 ml/kg de peso ideal (sin SDRA) o peso predicho (con SDRA), maximo 12 cmH ₂ O.
Disparo	1 a 3L/min (por flujo) ó 0.5 a 2 cmH ₂ O (por presión)
CPAP	5 a 8 cmH ₂ O

Ventilación mecanica Asisto Control por Volumen

Parametro	Valor
FiO2	21-60%.
Vt	6 a 8 ml/kg de peso ideal (sin SDRA) 4 a 8 ml/kg de peso predicho (con SDRA, iniciar con 6)
Disparo	1 a 3 L/min o 0.5 a 2 cm H ₂ O.
PEEP	5 a 8 cm H ₂ O.
FR	La necesaria para un CO ₂ normal o deseado acorde a la patología.
PI	0.3 Seg. si se requiere monitorizar presión meseta ó la necesaria para llevar relación I:E de 1:2 a 1:3.
Flujo	30 a 60 L/min (ASMA o EPOC agudos hasta 100 L/min), ajustar para relación I:E de 1:2 a 1:3.



Ventilación mecánica por Presión Soporte

Parametro	Valor
FiO ₂	21-60%
PS	La necesaria para un Vt 6 a 8 ml/kg de peso ideal (sin SDRA) o peso predicho (con SDRA), maximo 12 cm H ₂ O.
Disparo	1 a 3 L/min (por flujo) ó 0.5 a 2 cm H ₂ O (por presión)
CPAP	5 a 8 cmH ₂ O

PROGRAMAR EL CO₂ EN ACIDOSIS O ALCALOSIS METABOLICA

1. Se recomienda programar Volumen minuto (FR x Vt) para obtener el PaCO₂ esperado acorde a HCO₃⁻

2. Formulas para obtener el PaCO₂ esperado (CO₂e):

CO₂e para acidosis metabólica= (HCO₃ x 1.5) + 8= Rango ±2

CO₂e para alcalosis metabólica= (HCO₃ x 0.7) + 21= Rango ±2

3. Ajustar el Volumen minuto para CO₂e:

FR = (Fr act x CO₂ act)/ eCO₂ (recomendada)

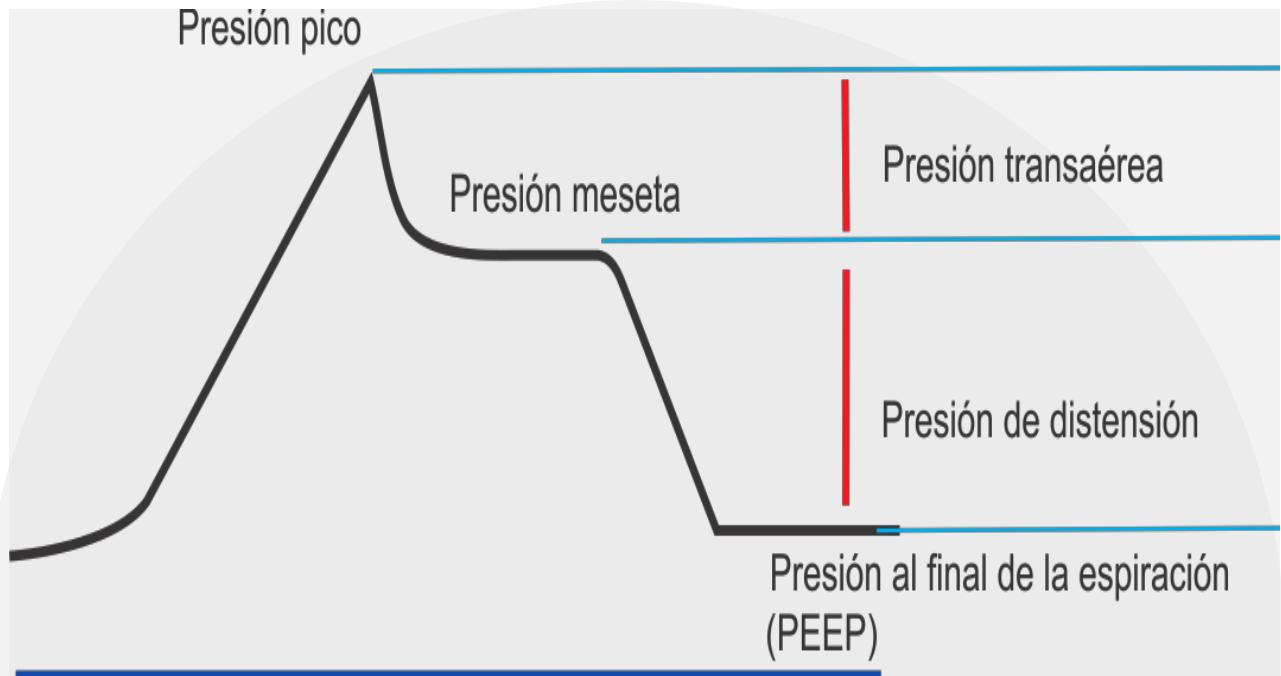
Vt = (Vt act x CO₂ act)/eCO₂ esp

Nota: Existen varias formas de ajustar el Volumen Minuto para PaCO₂ deseado, se recomienda ajustar inicialmente la FR y de no alcanzarse, usar el Volumen Tidal, pero manteniendo en rangos de protección.



MONITOREO EN VENTILACIÓN MECÁNICA

Curva de P/T en modo Controlado por Volumen



FORMULAS PARA MONITOREO EN VENTILACIÓN MECÁNICA

Presión de distensión pulmonar (driving pressure) =

$$\text{Presión meseta} - \text{PEEP}$$

Presión transaérea=

$$\text{Presión máxima}-\text{Presión meseta})$$

Normal <2.5 a 3 cm H₂O

Distensibilidad estática del sistema respiratorio (Crs) =

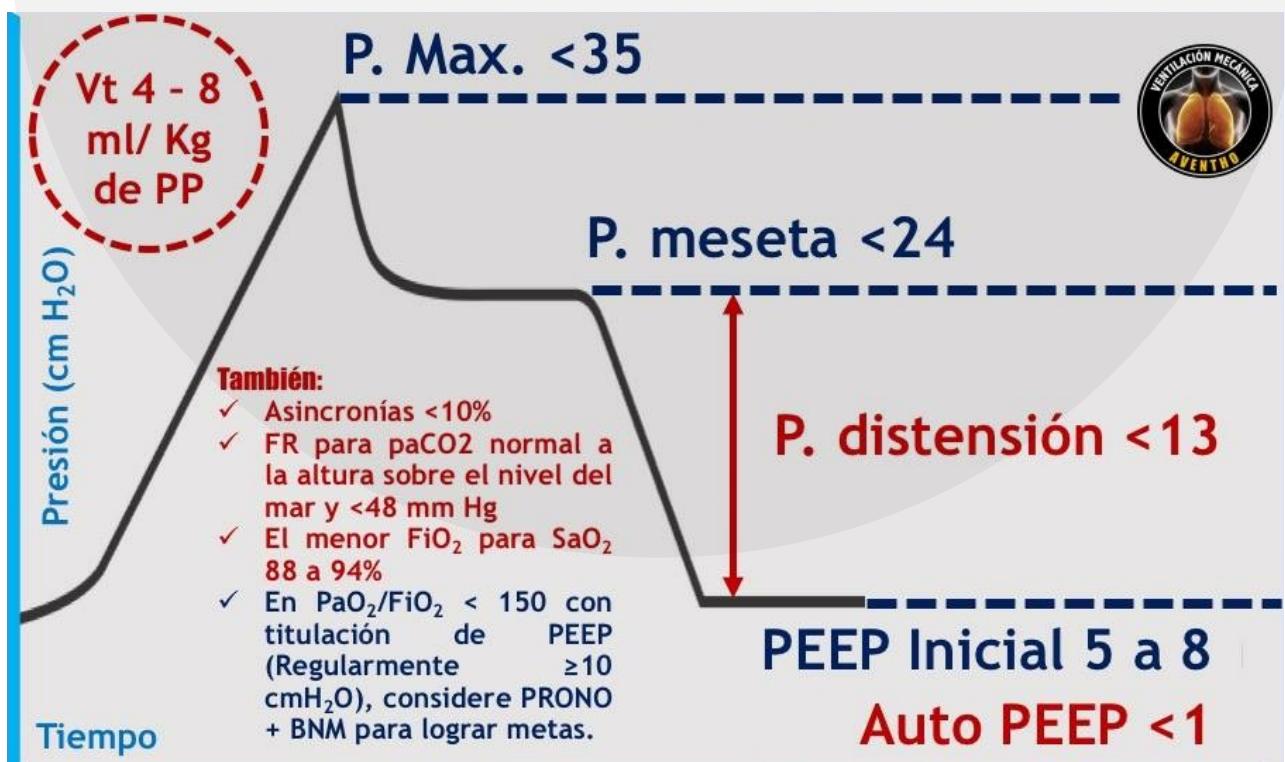
$$Vt / (\text{P meseta} - \text{PEEP})$$

Normal 70-100 ml/cm H₂O.

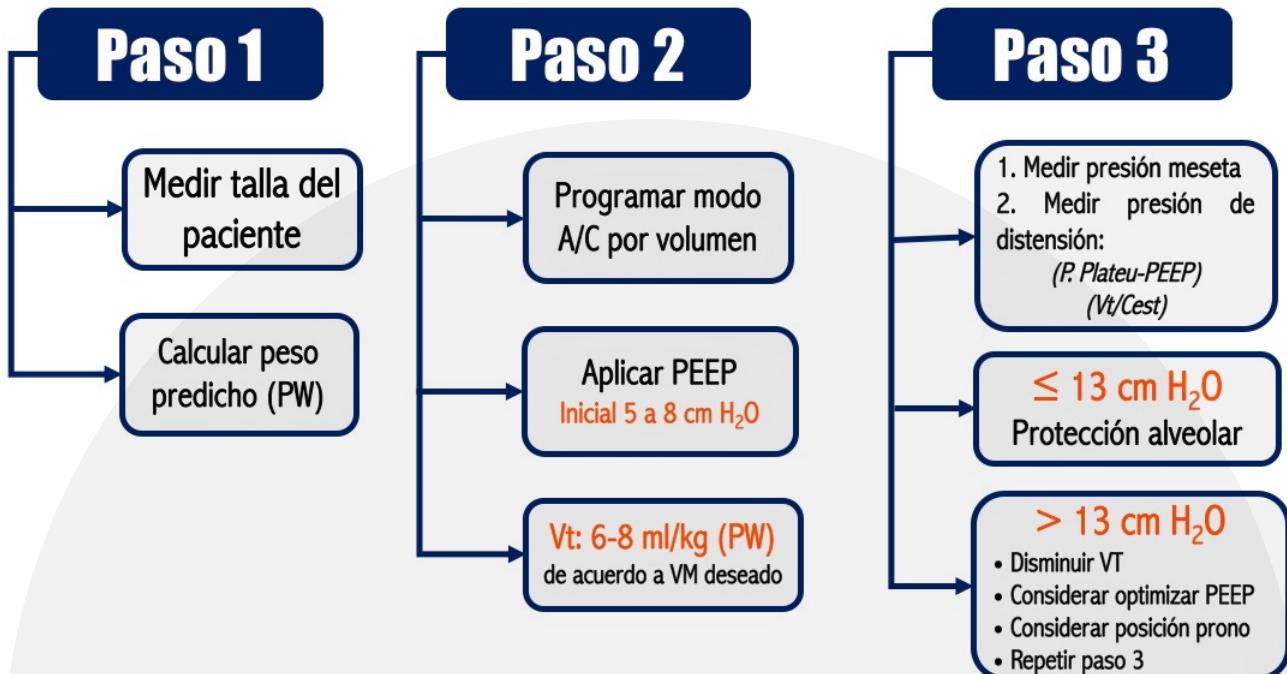
Metas Ventilatorias de Protección Pulmonar

Volumen corriente	6-8 ml/kg de peso ideal (Sin SDRA) 4-8 ml/kg de peso predicho (Con SDRA, iniciar con 6)
PEEP	5 a 8 cm H ₂ O
FiO₂	21 a 60%
SaO₂	Sin SDRA 94-96%, Con SDRA 88-94%
paO₂	55 a 80 mm Hg
paCO₂	35 – 48 mm Hg
Presión de distensión	<14 cm H ₂ O
Presión meseta	<28 cm H ₂ O
Presión máxima de la vía aérea	<35 cm H ₂ O

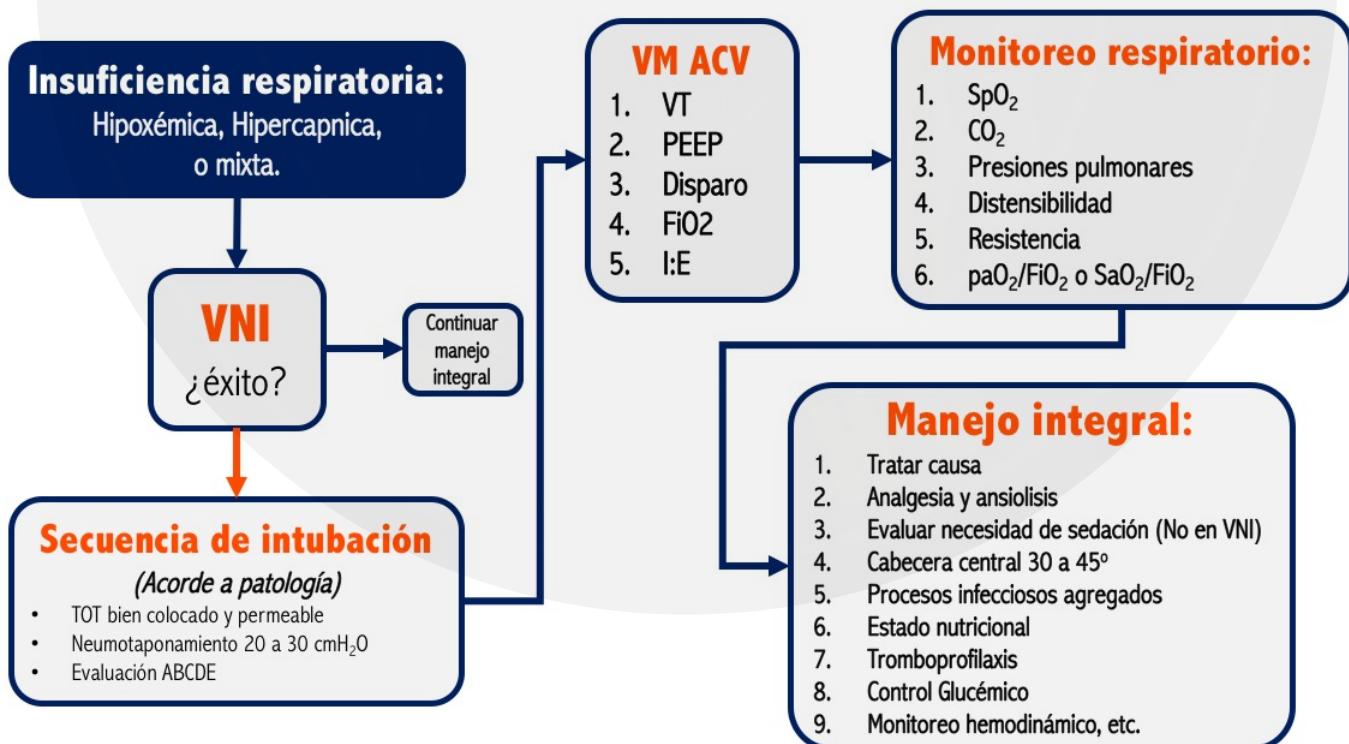
Metas de protección pulmonar en SDRA



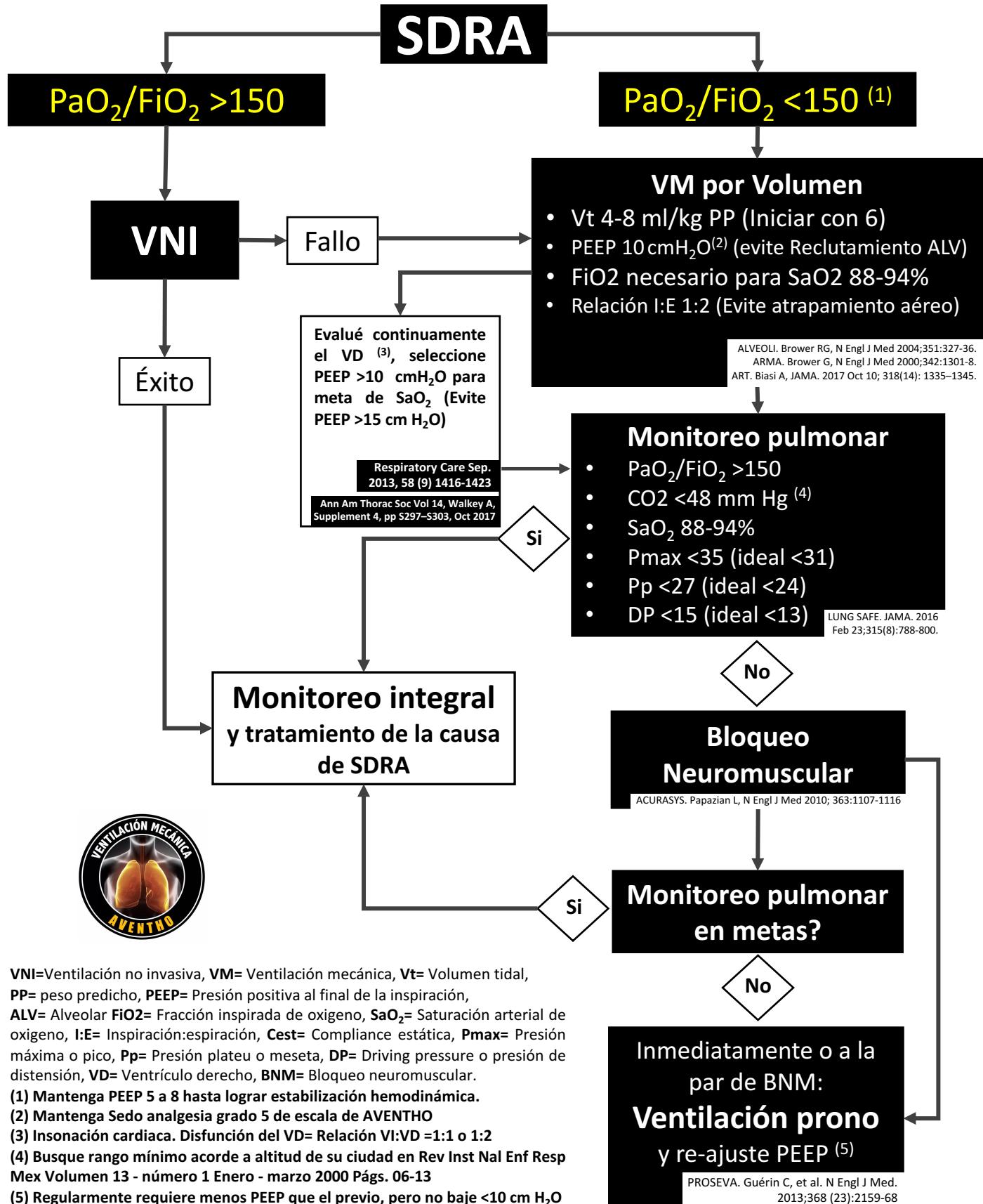
Pasos para programación inicial ACV en SDRA



Abordaje en insuficiencia respiratoria.



Algoritmo AVENTHO para Ventilación Mecánica en SDRA



Interpretación acido-base AVENTHO

Trastorno	pH	PCO ₂	EB
Acidosis respiratoria aguda	↓	↑	Normal
Acidosis respiratoria crónica	↓	↑	↑
Alcalosis respiratoria aguda	↑	↓	Normal
Alcalosis respiratoria crónica	↑	↓	↓
Acidosis metabólica	↓	↓	↓
Alcalosis metabólica	↑	↑	↑
Valores normales a nivel del mar: pH: 7.35-7.45 (7.4), PCO ₂ 35-45 mm Hg, HCO ₃ 22-26 mEq/dL			

Interpretación de gasometrías: solo tres pasos, solo tres formulas.
Sánchez Díaz-Jesús Salvador y cols. Med Crit 2018;32(3):156-159



ESCALA AVENTHO PARA ANSIOLISIS, SEDACIÓN Y ANESTESIA EN EL PACIENTE CRÍTICO

GRADO 1	Ansiolisis	Disminuir o quitar ansiedad o agitación de forma no farmacológica y/o farmacológica, sin perdida de la conciencia del paciente.
GRADO 2	Sedación mínima	Estado de transición entre el individuo consciente y la disminución del nivel de conciencia, respondiendo normalmente a órdenes verbales, la función cognitiva y coordinación pueden afectarse, funciones ventilatorias y cardiovasculares no se afectan.
GRADO 3	Sedación Moderada	Estado de transición entre el individuo consciente y la disminución del nivel de conciencia, respondiendo a órdenes verbales, con estimulación táctil y/o luminosa. La ventilación es adecuada y la función cardiovascular generalmente se mantiene adecuada.
GRADO 4	Sedación profunda	Estado de transición entre el individuo consciente y la disminución del nivel de conciencia, no despertando fácilmente, pero responden a estimulación dolorosa. La función ventilatoria y hemodinámica pueden afectarse.
GRADO 5	Sedo-anestesia	Estado de transición entre el individuo consciente y la pérdida de conciencia, no son excitables por estimulación dolorosa. No hay función ventilatoria y la función cardiovascular comúnmente se afecta.

Nota: Debe ajustarse la sedación de acuerdo a la patología del paciente:

Grado 4 o 5: Paciente con SDRA severo, hipertensión intracranal o hiperinsuflación dinámica que ponga en riesgo la vida (Estado asmático o EPOC exacerbado)

Grado 3: Paciente con insuficiencia respiratoria tipo 1 moderada (ej. Neumonía grave, ARDS con $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 150$)

Grado 1 a 2: Paciente en posoperatorio, con trastorno neuromuscular (ej. Ex Guillain-Barre), ARDS leve o causas misceláneas no neurocríticas.

Si las condiciones lo permiten, retiren la sedación diariamente para lograr un retiro más rápido de la VM y siempre otorguen la mínima sedación necesaria para el objetivo.



RETIRO DE VENTILACIÓN MECÁNICA

Criterios para iniciar el retiro de la ventilación mecánica:

Estado neurológico:

- Glasgow mayor a 8
- 4 tareas: abrir los ojos, fijar y seguir con la mirada, apretar la mano observada y sacar la lengua
- Reflejos: Tусígeno, nauseoso, deglutorio
- Elevación y sostenimiento de cabeza y hombros

Estado respiratorio:

- $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 150-200$
- $\text{SO}_2 \geq 92\%$ con $\text{FiO}_2 \leq 50\%$
- $\text{PEEP} \leq 8 \text{ cm H}_2\text{O}$.
- $\text{PaO}_2 > 60 \text{ mm Hg}$
- $\text{PCO}_2 < 50 \text{ mm Hg}$ con $\text{pH} > 7.3$
- FR < 35 rpm

Estado hemodinámico:

- Estabilidad hemodinámica definida como ausencia de hipotensión clínicamente significativa. (En caso de uso de Norepinefrina, que sea menor a 15mcg/min).
- Frecuencia cardiaca < 140 latidos por minuto
- Tensión arterial sistólica > 90 mm Hg y < 180 mm Hg
- Hemoglobina $\geq 8 \text{ gr/dl}$.

Otros:

- Temperatura $\leq 38^\circ$.
- Ausencia de desórdenes electrolíticos con repercusión clínica y desequilibrio ácido-base significativo.



Pruebas predictoras de éxito al retiro de la ventilación mecánica

- Índice de Respiraciones Rápidas Superficiales (VRS, fr/Vt) <60 a 105
- Presión inspiratoria máxima (Pimax, NIF) -20 a -30
- Presión de Oclusión de la vía aérea en 0.1 s (PO.1) -4 a -7
- Volumen minuto <10 L
- Capacidad vital pulmonar >15 a 20 ml/kg
- Trabajo respiratorio: Paciente 0.3-0.7, Ventilador <1
- Presión inspiratoria <8 cm H₂O

Prueba de Ventilación Espontánea

- Realizarla cada 8 a 24 horas, por 30 a 120 min.
- Prueba con Tubo en “T” conectado a oxigenador (idealmente <50% de FiO₂) por 30 min. (existen otras pruebas)

Prueba de fuga

- Desinflar el neumotaponamiento.
- Observar en la curva de volumen/tiempo o el Vt exhalado.
- Si el Vt exhalado es > 20% del registrado previamente, significa que hay una fuga de volumen suficiente para tolerar extubación, sin laringoespasmo.

Criterios de fracaso en el retiro ventilatorio

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Disnea, diaforesis o dolor torácico• Deterioro neurológico• Hipotensión arterial• Frecuencia cardiaca >20% o >140 latidos por min | <ul style="list-style-type: none">• Tensión arterial >20% o Tensión arterial sistólica >180 mmHg• ETCO₂ o paCO₂ > 6 mmHg• FR > 30 respiraciones por min• SaO₂ <92% |
|--|---|



TALLER DE GASES EN VENTILACIÓN MECÁNICA

	Variable fisiológica	Valor Normal
PaO₂	Presión parcial de O ₂ arterial	80 – 100 mmHg
PvO₂	Presión parcial de O ₂ venosa	40 mmHg
PIO₂	Presión Inspirada de O ₂	149 mmHg a nivel del mar
PB	Presión Atmosférica	760 mmHg a nivel del mar
PH₂O	Presión de vapor de agua	47 mmHg a 37 °C
SaO₂	Saturación arterial de O ₂	95 – 97%
SvO₂	Saturación venosa de O ₂	75%
FiO₂	Fracción inspirada de O ₂	0.21 ó 21% a nivel del mar
PAO₂	Presión Alveolar de O ₂	102 mmHg
P (A-a) O₂	Diferencia Alveolo-arterial de O ₂	5 – 10 mmHg con FiO ₂ 21% 30 – 60 mmHg con FiO ₂ 100%
P (a/A) O₂	Relación arterio-Alveolar de O ₂	0.75 – 1.0
PaO₂ / FiO₂	Relación de Oxigenación	350 – 475 mmHg
IO	Índice de oxigenación	0 cmH2O / mmHg
Qs / Qt	Cortocircuitos Intrapulmonares	2 – 5%

VENTILACIÓN

	Variable Fisiológica	Valores Normales
PaCO₂	Presión parcial de CO ₂ arterial	35 – 45 mmHg
V_A	Ventilación Alveolar	4 – 5 L/min
V_D	Volumen de espacio muerto	150 ml
V_D / V_T	Relación de espacio muerto	0.2 – 0.4



MECÁNICA RESPIRATORIA

	Variable Fisiológica	Valores Normales
V_T	Volumen corriente	6 – 8 ml/kg
FR	Frecuencia respiratoria	12 – 20 resp / min
V_M	Volumen minuto	5 – 6 L/min
CV	Capacidad vital	65 – 75 ml/kg
CRF	Capacidad residual funcional	2,300 – 3,000 ml
CPT	Capacidad pulmonar total	4,500 – 6,500 ml
P_{Imax} NIF	Presión inspiratoria máxima o fuerza inspiratoria negativa	– 80 a – 100 cm H ₂ O
PEmax	Presión espiratoria máxima	100 cmH ₂ O
FEV₁	Volumen espirado forzado en 1 segundo	50 – 60 ml/kg
PEFR	Flujo espiratorio pico	350 – 600 L/min
P 0.1	Presión de oclusión inspiratoria en 100 milisegundos	< 4 – 6 cmH ₂ O

FORMULAS DE OXIGENACIÓN

Presión parcial de O₂ arterial (PaO₂)	$\text{PaO}_2 = 104.2 - (0.27 \times \text{edad en años})$ $\text{PaO}_2 = 105 - \frac{1}{4} \text{ edad en años}$
Presión Inspirada de O₂ (PIO₂)	$\text{PIO}_2 = \text{FiO}_2 \times (\text{PB} - \text{PH}_2\text{O})$
Presión alveolar de O₂ (PAO₂)	$\text{PAO}_2 = \text{PIO}_2 - \text{PaCO}_2 / \text{RE}$ $\text{PAO}_2 = \text{PIO}_2 - (\text{PaCO}_2 \times 1.25)$
Diferencia Alveolo-arterial de O₂ [P (A-a) O₂]	$\text{P (A-a) O}_2 = \text{PAO}_2 - \text{PaO}_2$
Relación arterio-Alveolar de O₂ [P (a/A) O₂]	$\text{P (a/A) O}_2 = \text{PaO}_2 / \text{PAO}_2$
Relación de Oxigenación [PaO₂ / FiO₂]	$\text{RO} = \text{PaO}_2 / \text{FiO}_2$
Índice Respiratorio (IR)	$\text{IR} = \text{P (A-a) O}_2 / \text{PaO}_2$
Índice de oxigenación (IO)	$\text{IO} = (\text{FiO}_2 \times \text{Paw} \times 100) / \text{PaO}_2$
Cortocircuitos Intrapulmonares (Qs / Qt)	$\text{Qs} / \text{Qt} = (\text{CcO}_2 - \text{CaO}_2) / (\text{CcO}_2 - \text{CvO}_2)$



ABREVIATURAS:

PaO₂: Presión parcial de Oxígeno

SpO₂: Saturación arterial de Oxígeno

PaCO₂: Presión arterial de Dióxido de Carbono

FiO₂: Fracción inspirada de oxígeno

PS: Presión soporte

CPAP: Presión continua de la vía aérea

Vt: Volumen Tidal o volumen corriente

SDRA: Síndrome de destres respiratorio

PEEP: Presión positiva al final de la espiración

PI: Pausa inspiratoria



VENTILACIÓN MECÁNICA

...para áreas críticas

¡100% original!

Contactos para cursos y manual de lectura:



intensive.qare@gmail.com



Aventho



siemprevirtual.com/entrenamientocrítico