

Protocolo de ventilación mecánica en el Síndrome de Distrés Respiratorio Agudo

Pedro Rascado Sedes
Facultativo Especialista de Área de Medicina Intensiva
Servicio de Medicina Intensiva
Xerencia de Xestión Integrada de Santiago de Compostela. A Coruña. España
E-mail: pedro.rascado.sedes@sergas.es

INTRODUCCIÓN

El síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) es una patología de origen multifactorial que se caracteriza por una afectación extensa y difusa de la unidad alveolo capilar de carácter inflamatorio que tiene como característica definitoria la presencia de hipoxemia refractaria al oxígeno (*shunt*).

El SDRA sigue constituyendo una causa importante de insuficiencia respiratoria aguda en las unidades de cuidados intensivos (UCI), con una mortalidad que puede alcanzar el 30-60% según diferentes estudios. Se calcula que los pacientes con SDRA suponen hasta un 10-15% de los enfermos ingresados en UCI y un 20%

de los que reciben ventilación mecánica (VM) por más de 24 h.

En los últimos años, varios ensayos clínicos han demostrado que se puede reducir la mortalidad del SDRA aplicando diferentes estrategias terapéuticas: volumen corriente (Vc) bajo, limitación de la presión meseta (Pm), decúbito prono, uso de relajantes musculares.

Otras estrategias ("*open lung*", PEEP óptima, maniobras de reclutamiento) no han demostrado definitivamente afectar a la mortalidad, aunque sí pueden ser eficaces en subgrupos. La evidencia disponible sugiere utilizarlas de manera protocolizada en pacientes seleccionados.

A pesar de la evidencia, no se ha conseguido la transposición a la práctica clínica de lo demostrado en los ensayos clínicos, observándose una amplia variabilidad de manejo entre unidades e incluso facultativos en la misma unidad.

DEFINICIONES

Síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA): Según la definición de Berlín (2012) para el diagnóstico de SDRA se deben de cumplir los siguientes criterios:

- Síntomas: inicio los síntomas en la semana siguiente al evento relacionado (infección grave, neumonía, etc.); nuevos síntomas o agravamiento de los preexistentes en la semana previa.
- Opacidades bilaterales indicadoras de edema pulmonar en la TAC o Rx de tórax (no atribuibles a derrame pleural, atelectasia o nódulos pulmonares).
- Insuficiencia respiratoria no provocada por la enfermedad cardíaca (no excluye pacientes con insuficiencia cardíaca) ni sobrecarga de fluidos. En ausencia de factores de riesgo de SDRA se recomienda excluir edema pulmonar hidrostático mediante un ecocar-

diograma.

- La insuficiencia respiratoria se diagnostica mediante la relación pO_2/FiO_2 . Se considera diagnóstica de SDRA una relación $pO_2/FiO_2 < 300$ mmHg medida con soporte ventilatorio con CPAP o PEEP ≥ 5 mmHg.

SDRA leve: Criterios de SDRA con relación pO_2/FiO_2 entre 200-300 mmHg.

SDRA moderado: Criterios de SDRA con relación pO_2/FiO_2 entre 100-200 mmHg.

SDRA severo: Criterios de SDRA con relación $pO_2/FiO_2 < 100$ mmHg.

Lesión pulmonar asociada a la ventilación (VILI por sus siglas en inglés): Aparición o empeoramiento de la lesión pulmonar relacionado con la ventilación mecánica.

"Driving pressure": $V_c / \text{Compliance}$ del sistema respiratorio. Presión necesaria para entregar el volumen programado (Pm menos PEEP).

PROTOCOLO

En el presente protocolo se realizarán las recomendaciones sobre el manejo ventilatorio en pacientes con SDRA moderado/grave y tratamientos coadyuvantes o de rescate relacionados con la protección pulmonar.

Se recomienda seguir las mismas indicaciones

en pacientes con SDRA leve que precisen ventilación mecánica.

Todas las indicaciones del protocolo van en la dirección de reducir el *shunt*, evitando el stress (exceso de presión transpulmonar), el *strain* (sobredistensión alveolar) y el cierre apertura cíclicos, causantes principales del VILI

No se incluyen recomendaciones sobre los siguientes aspectos:

- Indicaciones de intubación
- Método de destete
- Ventilación no invasiva en SDRA
- Utilización de corticoides
- Medidas de rescate de eficacia no demostrada: vasodilatadores pulmonares, ventilación de alta frecuencia,...

Programación de la ventilación

**Modo asistido/controlado.*

La utilización de modalidades controladas por presión, por volumen o de control dual se deja a la preferencia del facultativo responsable. Se recomienda ajustar las alarmas de Pm y Vc a los objetivos recomendados por el protocolo.

**Volumen corriente (Vc):* 4-8 ml / kg. Iniciar con 6 ml / kg

“Driving pressure” siempre debe ser ≤ 15 cmH₂O.

El cálculo del Vc se realiza según peso ideal ajustado a la altura según las siguientes fórmulas:

Hombre: $50 + 0,91 * (\text{altura en cm} - 152)$

Mujeres: $50 + 0,91 * (\text{altura en cm} - 152)$

En el ANEXO I se incluye una tabla para ajustar el Vc en función de la altura.

En el ANEXO II se explica como modificar el Vc y/o frecuencia respiratoria según los resultados gasométricos para conseguir los objetivos terapéuticos.

**Frecuencia respiratoria (Fresp):* Máximo 35 respiraciones x minuto. Modificar en función de controles gasométricos según ANEXO II.

**Relación I:E:* De 1:1 a 1:3. No está indicada la relación invertida. Ajustar relación I:E para garantizar el vaciamiento completo. Se recomienda medir la PEEP intrínseca mediante la realización de pausas espiratorias de al menos 2 segundos.

**PEEP:* Ver apartado específico y ANEXO.

**FiO₂:* Ajustar para conseguir el objetivo de Saturación de O₂ entre 88-95% y/o pO₂ 55-80 mmHg.

Objetivos/límites de la ventilación

*Presión meseta: $< 30 \text{ cmH}_2\text{O}$. Ver ANEXO II para ajuste de ventilación.

*"Driving Pressure" $< 15 \text{ cmH}_2\text{O}$.

*pH: 7,30 - 7,45

* $p\text{CO}_2$: 35 - 50 mmHg

*Saturación de O_2 : 88 - 95%

* $p\text{O}_2$: 55 - 80 mmHg

GARANTIZAR UNA $P_m < 30 \text{ cmH}_2\text{O}$, CON UNA "DRIVING PRESSURE" $< 15 \text{ cmH}_2\text{O}$ Y UNA SATURACIÓN DE $\text{O}_2 > 88\%$ SON LOS OBJETIVOS PRINCIPALES. pH y $p\text{CO}_2$ SON OBJETIVOS SECUNDARIOS QUE SOLO SE USARÁN SI SE GARANTIZA LAS LIMITACIONES DE PRESIÓN.

PEEP

Se utilizará la tabla siguiente para ajustar la PEEP en función de la FiO_2 necesaria para conseguir los objetivos recomendados de oxigenación (Tabla 1)

Se puede considerar aumentar los niveles de PEEP si se demuestra mejoría de la $p\text{O}_2$ y/o de

la *compliance* pulmonar, siempre que se garantice una $P_m < 30 \text{ cmH}_2\text{O}$.

*Estrategia de pulmón abierto:

La estrategia de pulmón abierto se refiere a realización de maniobras de reclutamiento para "abrir" alvéolos colapsados y utilizar la PEEP óptima ajustada de manera individual para evitar la apertura y cierre cíclicos.

La evidencia disponible no permite hacer una recomendación definitiva sobre su utilización. Recomendamos, la utilización de una estrategia de pulmón abierto en pacientes con SDRA severo, fundamentalmente de origen extrapulmonar, iniciada de manera precoz (siempre antes de 7 días).

Ver ANEXO III para recomendaciones sobre maniobras de reclutamiento y cálculo de PEEP óptima.

Maniobras de reclutamiento (MR)

No se recomiendan de manera general y se deben individualizar.

FiO_2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0
PEEP	5	5	8	8	10	10	10	12	14	14	14	16	18	18-24

Tabla 1.

Es más probable la respuesta positiva en pacientes con SDRA severo, sobre todo de origen extrapulmonar.

No repetir pacientes no respondedores (no mejora oxigenación, no se puede reducir FiO_2). Realizar un máximo de 3 MR al día.

En caso de realizar MR evitar desconexiones del respirador. Utilizar SIEMPRE sistemas de aspiración cerrada. Realizar MR tras desconexiones accidentales.

Se consideran contraindicaciones absolutas:

- Barotrauma
- Inestabilidad hemodinámica no controlada
- Hipovolemia

Ver ANEXO III sobre cómo realizar maniobras de reclutamiento.

Decúbito prono

Todos los pacientes relación $\text{pO}_2/\text{FiO}_2 < 150$ mmHg (confirmada tras un periodo 12-24 horas de estabilización ventilados con los parámetros recomendados en este protocolo).

La posición en decúbito prono se debe mantener al menos 16 horas consecutivas cada día. Se mantendrán los pacientes en decúbito prono hasta que se cumplan las siguientes condiciones:

- $\text{pO}_2/\text{FiO}_2 > 150$ mmHg con $\text{PEEP} \leq 10$ y $\text{FiO}_2 \leq 0.6$

-Los criterios gasométricos anteriores se mantienen tras 4 horas en decúbito supino. Durante el decúbito prono se utilizará la misma estrategia ventilatoria comentada en los apartados anteriores.

La única contraindicación absoluta para el decúbito prono son las fracturas espinales inestables.

Son contraindicaciones relativas que se deben individualizar:

- Hipertensión intracraneal
- Hemoptisis masiva
- Cirugía o trauma facial
- Cirugía traqueal o esternotomía recientes
- Fracturas pélvicas o de miembros inestables
- Inestabilidad hemodinámica severa
- Embarazo

Sedorelajación

*Todos los pacientes con SDRA moderado/grave con $\text{pO}_2/\text{FiO}_2 < 150$ mmHg deben mantenerse relajados mediante infusión de cisatracurio besilato durante al menos las primeras 48 horas desde el diagnóstico. Dosis de carga inicial de 15 mg de cisatracurio besilato

seguido de 37,5 mg / h. No es necesario monitorización del nivel de relajación. Se realizará ajuste de dosis para garantizar la apnea.

*Manejar la sedoanalgesia según protocolo específico. Uso de RASS como escala objetiva de sedación. Control mediante BIS (objetivo 40-60) durante la perfusión de relajantes. Valoración diaria de la necesidad de mantener sedación.

ECMO

*Indicaciones:

SDRA severo según la definición de Berlín
Criterios de gravedad (1 ó más):

-Murray score > 3.

- $pO_2/FiO_2 < 50 \times 3hs$ ó $<80 \times 6-12hs$ con $FiO_2 > 80$ y PEEP > 10 que no responde a maniobras de reclutamiento ni pronó.

-pH < 7,20 x 6-12 hs con Pplat < 32 y PEEP: 8.

*Contraindicaciones:

-Ventilación mecánica > 7 días.

-IMC > 45.

-Edad > 65 años.

-Broncopatía previa. Tratamiento crónico con oxigenoterapia.

-Contraindicación o limitación para anticoagular.

-Fracaso multiorgánico o con limitación del esfuerzo terapéutico (LET).

Otras medidas/monitorización

-En todos los pacientes utilizar sistemas de aspiración cerradas

-Evitar desconexión para aspiración

-Pacientes con estrategia de pulmón abierto avisar al facultativo en caso de desconexión accidental para valorar MR

-Manejo conservador de fluidos. En ausencia de shock balance diario equilibrado/negativo

-Se recomienda monitorización con termodilución transpulmonar de estado hemodinámico y volúmenes intrapulmonares. Monitorización obligatoria en caso de SDRA severo y/o shock asociado.

-Búsqueda activa de causas de SDRA / Infecciones.

-Valoración diaria de condiciones para iniciar destete (Se recomienda elaborar protocolo específico)

Monitorización/analíticas

-Registro en gráfica de enfermería de altura (medida) y peso (estimado o conocido) del paciente

- Anotación en gráfica del peso ideal calculado
- Registro horario de V_c , PEEP, FiO_2 , Fresp, Presión pico. Pm por turno (realizar pausa inspiratoria de al menos 1 segundo).
- RASS horario (BIS en caso de relajación)
- Control gasométrico al menos / 8 h y 20´ tras cada cambio de parámetros ventilatorios
- Ajuste de alarmas para garantizar el cumplimiento de los objetivos de la ventilación

INDICADORES

Incidencia de SDRA (%):

- Fórmula: (pacientes con criterios de SDRA / ingresos totales un UCI) x 100.
- Justificación: Conocer la incidencia de SDRA.
- Desagregación: SDRA leve, moderado y severo.
- Fuentes de información: Registro. Historia clínica.
- Explicaciones de términos: No procede.
- Estándar: 10%.

Ventilación protectora (V_c) (%):

- Fórmula: (días con < 8 ml/kg /días de SDRA) x 100.
- Justificación: La ventilación protectora con

- volúmenes bajos disminuye la mortalidad.
- Desagregación: SDRA moderado y severo.
- Fuentes de información: Registro. Historia clínica.
- Explicación de términos: Se considera que un paciente se ventila con < 8 ml/kg durante un día si más del 80% de los registros se ajustan a este valor. Se consideran días con SDRA mientras la relación pO_2/FiO_2 sea < 200 mmHg.
- Estándar: $>80\%$.

Ventilación protectora (Presión meseta) (%):

- Formula: (días con Pm < 30 cmH₂O/kg/días de SDRA) x 100.
- Justificación: La ventilación protectora con volúmenes bajos disminuye la mortalidad.
- Desagregación: SDRA moderado y severo.
- Fuentes de información: Registro. Historia clínica.
- Explicación de términos: Se considera que un paciente se ventila con Pm < 30 cmH₂O durante un día si más del 80% de los registros se ajustan a este valor. Se consideran días con SDRA mientras la relación pO_2/FiO_2 sea < 200 mmHg.
- Estándar: $>80\%$.

Decúbito prono (%):

- Fórmula: (pacientes en los que se realizó decúbito prono / pacientes con SDRA y $pO_2/FiO_2 < 150$ mmHg) x 100.
- Justificación: La ventilación en decúbito prono en pacientes con SDRA y $pO_2/FiO_2 < 150$ mmHg disminuye la mortalidad.
- Desagregación: No procede.
- Fuentes de información: Registro. Historia clínica.
- Explicación de términos: Se considera que un paciente se ventila en decúbito prono si se mantiene en esa posición durante al menos 16 horas diarias.
- Estándar: >80%.

Mortalidad (%):

- Fórmula: (*exitus* / pacientes con SDRA) x 100.
- Justificación: Conocer la mortalidad del SDRA. El objetivo fundamental de este protocolo es aplicar medidas de demostrada eficacia para reducir la mortalidad.
- Desagregación: SDRA moderado, severo.
- Fuentes de información: Registro. Historia clínica.
- Explicación de términos: *Exitus*: número de pacientes fallecidos durante el ingreso,

- diagnosticados previamente de SDRA.
- Estándar: 30% para SDRA moderado, 45% para SDRA severo.

ANEXO I. Volumen corriente ajustado al peso ideal

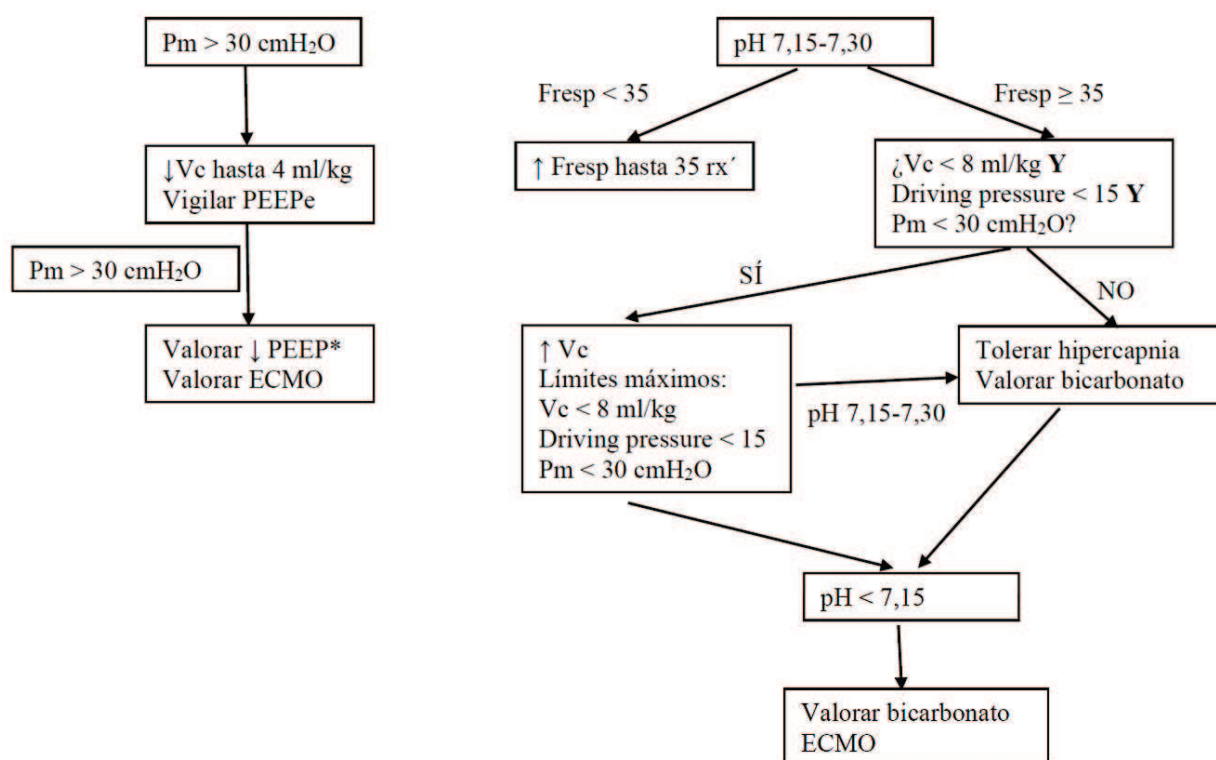
HOMBRE							MUJER						
		Vt							Vt				
ALTURA	Peso	4 ml	5 ml	6 ml	7 ml	8 ml	ALTURA	Peso	4 ml	5 ml	6 ml	7 ml	8 ml
140	39	155	194	232	271	310	140	34	137	171	205	240	274
141	40	159	198	238	277	317	141	35	141	176	211	246	281
142	41	162	203	243	284	324	142	36	144	180	216	252	288
143	41	166	207	249	290	332	143	37	148	185	222	259	296
144	42	169	212	254	296	339	144	38	151	189	227	265	303
145	43	173	216	260	303	346	145	39	155	194	233	271	310
146	44	177	221	265	309	353	146	40	159	198	238	278	317
147	45	180	225	271	316	361	147	41	162	203	244	284	325
148	46	184	230	276	322	368	148	41	166	207	249	290	332
149	47	188	235	281	328	375	149	42	170	212	254	297	339
150	48	191	239	287	335	383	150	43	173	217	260	303	347
151	49	195	244	292	341	390	151	44	177	221	265	310	354
152	50	199	248	298	347	397	152	45	181	226	271	316	361
153	51	202	253	303	354	404	153	46	184	230	276	322	368
154	51	206	257	309	360	412	154	47	188	235	282	329	376
155	52	209	262	314	367	419	155	48	191	239	287	335	383
156	53	213	266	320	373	426	156	49	195	244	293	341	390
157	54	217	271	325	379	433	157	50	199	248	298	348	397
158	55	220	275	331	386	441	158	51	202	253	304	354	405
159	56	224	280	336	392	448	159	52	206	258	309	361	412
160	57	228	285	341	398	455	160	52	210	262	314	367	419
161	58	231	289	347	405	463	161	53	213	267	320	373	427
162	59	235	294	352	411	470	162	54	217	271	325	380	434
163	60	239	298	358	418	477	163	55	221	276	331	386	441
164	61	242	303	363	424	484	164	56	224	280	336	392	448
165	61	246	307	369	430	492	165	57	228	285	342	399	456
166	62	250	312	374	437	499	166	58	232	289	347	405	463
167	63	253	316	380	443	506	167	59	235	294	353	412	470
168	64	257	321	385	449	514	168	60	239	298	358	418	478
169	65	260	326	391	456	521	169	61	242	303	364	424	485
170	66	264	330	396	462	528	170	62	246	308	369	431	492

ANEXO I. (continuación)

HOMBRE						MUJER							
		Vt							Vt				
ALTURA	Peso	4 ml	5 ml	6 ml	7 ml	8 ml	ALTURA	Peso	4 ml	5 ml	6 ml	7 ml	8 ml
170	66	264	330	396	462	528	170	62	246	308	369	431	492
171	67	268	335	402	468	535	171	62	250	312	375	437	499
172	68	271	339	407	475	543	172	63	253	317	380	443	507
173	69	275	344	412	481	550	173	64	257	321	385	450	514
174	70	279	348	418	488	557	174	65	261	326	391	456	521
175	71	282	353	423	494	565	175	66	264	330	396	462	529
176	71	286	357	429	500	572	176	67	268	335	402	469	536
177	72	290	362	434	507	579	177	68	272	339	407	475	543
178	73	293	366	440	513	586	178	69	275	344	413	482	550
179	74	297	371	445	519	594	179	70	279	349	418	488	558
180	75	300	376	451	526	601	180	71	282	353	424	494	565
181	76	304	380	456	532	608	181	72	286	358	429	501	572
182	77	308	385	462	539	615	182	72	290	362	435	507	579
183	78	311	389	467	545	623	183	73	293	367	440	513	587
184	79	315	394	473	551	630	184	74	297	371	446	520	594
185	80	319	398	478	558	637	185	75	301	376	451	526	601
186	81	322	403	483	564	645	186	76	304	380	456	533	609
187	81	326	407	489	570	652	187	77	308	385	462	539	616
188	82	330	412	494	577	659	188	78	312	389	467	545	623
189	83	333	417	500	583	666	189	79	315	394	473	552	630
190	84	337	421	505	590	674	190	80	319	399	478	558	638
191	85	341	426	511	596	681	191	81	323	403	484	564	645
192	86	344	430	516	602	688	192	82	326	408	489	571	652
193	87	348	435	522	609	696	193	82	330	412	495	577	660
194	88	351	439	527	615	703	194	83	333	417	500	583	667
195	89	355	444	533	621	710	195	84	337	421	506	590	674
196	90	359	448	538	628	717	196	85	341	426	511	596	681
197	91	362	453	544	634	725	197	86	344	430	517	603	689
198	91	366	457	549	640	732	198	87	348	435	522	609	696
199	92	370	462	554	647	739	199	88	352	440	527	615	703
200	93	373	467	560	653	747	200	89	355	444	533	622	711

ANEXO II. Ajustes de parámetros ventilatorios

Parámetros iniciales: Vc 6 ml / kg. Fresp según Volumen minuto conocido / estimado



*Se acepta que se superen los límites de presión en las siguientes circunstancias:

- Acidosis severa (pH < 7,10) con Vc 4 ml/kg, desreclutamiento al reducir la PEEP.
- FiO2 1 con Vc 4 ml/kg y Saturación O2 < 88% → ↑ PEEP hasta 24 cmH2O para corregir hipoxia tolerando Pm > 30 cmH2O

ANEXO III. Maniobras de reclutamiento. PEEP óptima

Son contraindicaciones para las MR el barotrauma y la inestabilidad hemodinámica no controlada.

No repetir MR en caso de ausencia de respuesta. Se considera ausencia de respuesta si no se puede reducir la FiO_2 .

No realizar más de 3 MR por día. No prolongar después de la primera semana

Antes de iniciar MR garantizar la estabilidad hemodinámica. Si es posible realizar carga de volumen hasta VPP o VVS < 10 %.

El paciente debe estar en apnea para la MR. Puede ser necesaria la relajación puntual.

Se pueden realizar MR con presión sostenida o con pauta ascendente.

Repetir MR tras desconexión accidental si empeoramiento de la oxigenación.

Usar sistemas de aspiración cerrada en todos los casos.

MR CON PRESIÓN SOSTENIDA

FiO_2 1 durante la maniobra

CPAP 40 mantenida durante 40 segundos

Suspender si inestabilidad hemodinámica severa

MR CON PRESIÓN ASCENDENTE. CÁLCULO DE PEEP ÓPTIMA

*Maniobra de reclutamiento:

-Modo control/presión

-Iniciar PEEP 10 cmH_2O , Driving pressure 15 cmH_2O , I:E 1:1 - 1:3 (asegurar que no hay PEEP intrínseca).

-Aumentar 5 cmH_2O cada 2 minutos hasta una PEEP máxima de 45 cmH_2O

*Cálculo de PEEP óptima

-Tras maniobra de reclutamiento

-Modo control/presión

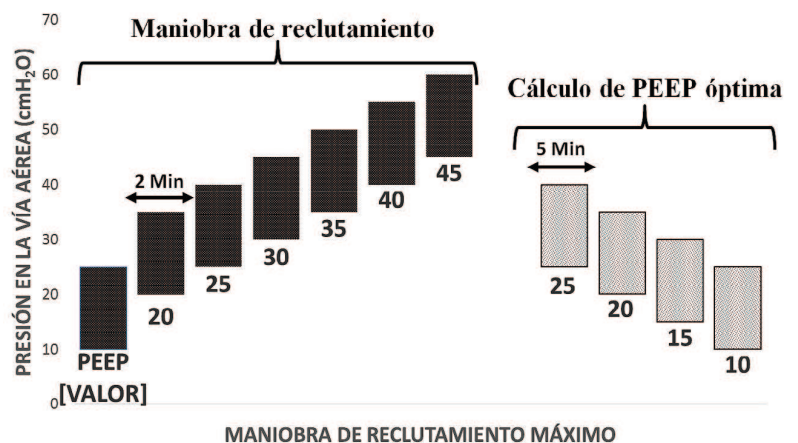
-Iniciar PEEP 25 cmH_2O , Driving pressure 15 cmH_2O , I:E 1:1 - 1:3 (asegurar que no hay PEEP intrínseca).

-Disminuir 5 cmH_2O cada 5 minutos hasta una PEEP de 10 cmH_2O

-Medir pO_2 y calcular *compliance* al final de cada nivel de PEEP

Se seleccionará como PEEP óptima aquella que durante la maniobra de PEEP descendente se asociará a una mejor *compliance* vs pO_2 .

Tras seleccionar la PEEP óptima se repite la MR y se programa el respirador con la PEEP seleccionada previamente + 2 cmH_2O .



Más información en:

Papazian L, Forel JM, Gacouin A, et al; ACURASYS Study Investigators. Neuromuscular blockers in early acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med. 2010;363:1107-16.

Brower RG, Lanken PN, MacIntyre N, et al; National Heart, Lung, and Blood Institute ARDS Clinical Trials Network.. Higher versus lower positive end-expiratory pressures in patients with the acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med. 2004;351:327-36.

Meade MO, Cook DJ, Guyatt GH, et al; Lung Open Ventilation Study Investigators.. Ventilation strategy using low tidal volumes, recruitment maneuvers, and high positive end-expiratory pressure for acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. JAMA. 2008;299:637-45.

Mercat A, Richard JC, Vielle B, et al; Expiratory Pressure (Express) Study Group.. Positive end-expiratory pressure setting in adults with acute lung injury and acute respiratory distress syn-

drome: a randomized controlled trial. JAMA. 2008;299:646-55.

Briel M, Meade M, Mercat A, et al. Higher vs lower positive end-expiratory pressure in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: systematic review and meta-analysis. JAMA. 2010;303:865-73.

Amato MB, Meade MO, Slutsky AS, et al. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med. 2015;372:747-55.

Bein T, Grasso S, Moerer O, et al. The standard of care of patients with ARDS: ventilatory settings and rescue therapies for refractory hypoxemia. Intensive Care Med. 2016;42:699-711.

Kacmarek RM, Villar J, Sulemanji D, et al; Open Lung Approach Network.. Open Lung Approach for the Acute Respiratory Distress Syndrome: A Pilot, Randomized Controlled Trial. Crit Care Med. 2016;44:32-42.

Los autores de este artículo declaran no tener conflicto de intereses