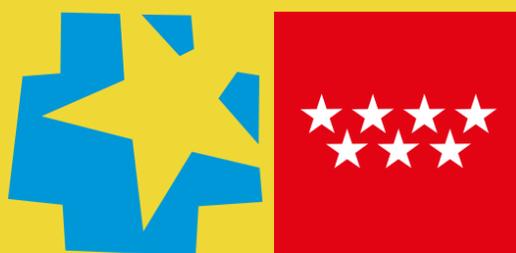


Manual de Ventilación

en Urgencias y
Emergencias
Extrahospitalarias

SUMMA 112



SaludMadrid

*A nuestros pacientes,
que son la prioridad de nuestro trabajo*

*A nuestros compañeros,
prioridad como equipo*

*A nuestras familias,
nuestro motor y prioridad en el corazón*



Esta versión forma parte de la Biblioteca Virtual de la **Comunidad de Madrid** y las condiciones de su distribución y difusión se encuentran amparadas por el marco legal de la misma.



comunidad.madrid/publicamadrid

Coordinadoras

Soledad Gómez de la Oliva M.D

Médico del Servicio de Urgencias Médicas de la Comunidad de Madrid. SUMMA112

Cristina Horrillo García M.D, PhD

Médico del Servicio de Urgencias Médicas de la Comunidad de Madrid. SUMMA112

Marina Gómez-Morán Quintana M.D

Médico del Servicio de Urgencias Médicas de la Comunidad de Madrid. SUMMA112

Ilustrador

Julio Ruiz Palomino M.D

Médico del Servicio de Urgencias Médicas de la Comunidad de Madrid. SUMMA112

Diseño y maquetación

Jesús Jiménez Valero

jesusjv@comando-z.es

© COMUNIDAD DE MADRID

Edita: Dirección General de Asistencia Sanitaria y Aseguramiento
SUMMA 112

Soporte de edición: archivo electrónico

Edición: abril 2022

ISBN: 978-84-451-3984-4

Manual de Ventilación

en Urgencias y
Emergencias
Extrahospitalarias

SUMMA 112

Prólogo

Como Director Gerente del SUMMA112, es para mí un honor presentar este Manual elaborado con gran esfuerzo y dedicación por los miembros de la Comisión de Ventilación, y que ha culminado en este magnífico libro.

Uno de los valores de este libro es el haber sido escrito por los profesionales del SUMMA112, que todos los días trabajan en la asistencia directa a pacientes con patología respiratoria, por lo que son conocedores de sus necesidades en ventilación y aquellos métodos más usados en el ámbito de la Urgencia y Emergencia Extrahospitalaria. Como no puede ser de otra manera lleva asociada una extensa revisión de la bibliografía existente en este tema, con especial atención en publicaciones recientes.

Cuando leáis este manual comprobaréis lo práctico que resulta para la actividad asistencial diaria, ya que mantener una adecuada ventilación y por tanto una óptima oxigenación de los órganos y tejidos, es el principal objetivo para mejorar el pronóstico de los pacientes y una evolución satisfactoria de su proceso. Por todo ello considero que es de recomendación para todo el personal sanitario en formación, tanto de pre como postgrado, especialmente aquellos cuyo periodo de formación incluye una rotación con el SUMMA112.

No quiero finalizar sin dar la enhorabuena a los autores y animaros a todos los profesionales de urgencias a su lectura, pues como os he comentado es muy práctico y muy cómodo de leer por la presencia de tablas y algoritmos de decisión de consulta rápida en el día a día, centrándose sobre todo en los aspectos claves de la ventilación.

D. Pablo Busca Ostolaza

Director Gerente Del SUMMA 112

Preámbulo

Al pedirme que escriba este preámbulo, con mucho cariño he recordado los momentos en los que, desde la dirección médica del SUMMA 112, pusimos empeño en empujar las comisiones que ya funcionaban, darles el carácter de equipos de trabajo y fomentar su enriquecimiento en la relación entre ellas.

En aquel momento vimos también la necesidad de otras comisiones como la de helitransporte o la de medicina legal y toxicología, y nos pareció fundamental la creación de una comisión de ventilación mecánica.

Es una realidad que la ventilación mecánica en todas sus modalidades es uno de los caballos de batalla de nuestro día a día en las unidades de Soporte Vital Avanzado para el manejo del paciente crítico y, por ello, era necesario dar un empuje para que todos los miembros de nuestros equipos pudieran formarse y adquirir competencias y habilidades óptimas para el uso de esta herramienta, así como, crear procedimientos y protocolos que fueran útiles y dieran apoyo a nuestros profesionales .

Fue en un foro en el que se hablaba de este tema cuando saltó la chispa y por intuición, ya que apenas nos conocíamos, ví la pasión que ponía la Dra. Marina Gómez- Morán al hablar sobre ello. En apenas una entrevista corta estuvimos de acuerdo en el plan que queríamos llevar a cabo, y en ese momento le cayó el peso de pilotar ese barco y buscar marineros para ello, casi su nombre lo pedía.

La Comisión de Ventilación se creó entonces, ya oficialmente, en octubre de 2017 y se presentó públicamente en marzo de 2018 en una sesión clínica, muy bonita, en la que participó también José Manuel Carratalá, que ha estado siempre implicado en la formación en ventilación mecánica en el SUMMA 112. Ya en aquella sesión empezó a sonarnos el concepto de “Ventilación Mecánica protectora” que creo fundamental.

Con mucho orgullo puedo decir que se fueron sumando a la comisión profesionales muy brillantes de todas las categorías, que se implican con entusiasmo en sus objetivos y que es una de las comi-

siones que ha trabajado más intensamente y de las más prolíficas en cuanto a cursos, procedimientos e investigación. No quiero dejar de mencionar a ese grupo de apasionados de la capnografía que ya hacía tiempo que habían sentado un precedente en la necesidad de formación en ventilación en el SUMMA 112, y que también se unieron a este proyecto.

Me gustaría resaltar que el objetivo de la formación se ha ido cumpliendo con cursos prácticos de ventilación mecánica no invasiva, cursos avanzados de ventilación mecánica de mayor duración, tanto de adultos como pediátrica y que también se han hecho partícipes a los T.E.S del servicio. Además, de los numerosos documentos y videos que han elaborado, han demostrado su capacidad de adaptación cuando los profesionales del servicio han necesitado actualizar sus conocimientos y adecuarlos a la situación de pandemia que vivimos.

Por otro lado, también hay que hablar de la vocación investigadora de la Comisión con la Dra. Cristina Horrillo, liderando con mucha fuerza, el *proyecto VentilaMadrid*, cuyos protocolos y resultados han sido publicados en revistas de gran impacto y que ha conseguido el premio al mejor trabajo de investigación en el congreso de la SEAPC-COVID-19.

Ahora como fruto de estos años de trabajo la Comisión presenta este Manual de Ventilación Mecánica en Urgencias y Emergencias Extrahospitalarias. En él se visibiliza el tesón de todos sus miembros que, además de rigor científico, muestra también un gran esfuerzo de síntesis.

Muchas felicidades a todos y en especial a las coordinadoras de la obra: Marina, Soledad y Cristina.

Por último bastaría un ¡GRACIAS!, en nombre de los que nos vamos a apoyar en este manual en nuestro día a día, vuestros compañeros del SUMMA 112.

Octubre 2021

Concha Gómez Vilanova

Médica de Emergencias del SUMMA 112

Prefacio

La misión de la medicina de urgencias es el diagnóstico precoz y el tratamiento de cualquier condición que amenace los órganos, miembros o la propia vida del paciente. El alivio del sufrimiento es también de vital importancia.

Esta misión se hace más complicada en el ámbito extrahospitalario pues supone un ambiente hostil, con medios limitados donde la toma de decisiones debe realizarse de forma rápida al tratarse en la mayoría de los casos de patologías tiempo-dependientes graves.

Sin embargo, el diagnóstico diferencial será meticuloso y exhaustivo basado en la anamnesis, exploración física y las pruebas complementarias disponibles. De esta forma, el conocimiento del profesional, su experiencia clínica, sus habilidades técnicas y su “ojo clínico” suponen pilares fundamentales ante la toma de decisiones y aplicación de tratamientos. El cuidado y la aplicación del tratamiento también debe ser rápida, eficaz y segura. Así se consigue estabilizar y posteriormente realizar el transporte sanitario al hospital.

Una característica propia del medio extrahospitalario es que no sólo hay que diagnosticar y tratar rápidamente sino realizarlo dentro de un vehículo “en marcha”, por ello es fundamental conocer las características y los riesgos inherentes del transporte sanitario de forma específica.

En este sentido, resulta patente la necesidad de una formación y un entrenamiento especial para el clínico que trabaja en este campo de forma reglada y adaptada a su ámbito.

En los últimos años el uso de la ventilación mecánica ha crecido de forma exponencial debido, en gran medida, a la mejora de la tecnología de los ventiladores y a un mayor conocimiento de la fisiopatología respiratoria, esto supone una necesidad de actualización en todos los ámbitos donde pueda aplicarse incluido el nuestro.

Así, el uso de la ventilación mecánica es la técnica más utilizada en el manejo del paciente crítico y es la responsable de la supervivencia de gran número de enfermos, que fallecerían si no se les aplicara. Obviamente, la ventilación mecánica no es curativa en sí

misma, pero permite que los tratamientos aplicados tengan la oportunidad de mostrar eficacia y aumentar su supervivencia.

No obstante, la aplicación incorrecta de la ventilación mecánica no solo no ayudará al paciente, sino que agravará su situación produciendo lesiones añadidas incluso su muerte, de ahí la necesidad de una formación exhaustiva del profesional que aplique este tratamiento.

Este manual pretende aportar no solo conocimientos de fisiopatología respiratoria, sino que, pretende tener eminente carácter práctico, muy útil para la aplicación de estos conocimientos en el manejo de la insuficiencia respiratoria aguda en extrahospitalaria.

Para alcanzar estos objetivos la coordinadora de esta obra ha contado con la colaboración de un buen número de profesionales, todos ellos con gran experiencia en el manejo de la ventilación mecánica en nuestro medio, lo que aportará al lector información relevante, resumida, actualizada y práctica en cada capítulo.

Cabe destacar una característica fundamental de nuestro medio que se mantiene en esta obra que es el gran trabajo en equipo de los colaboradores, así la suma de todos los profesionales médico/as, enfermero/as y Técnicos en Emergencias Sanitarias constituye el engranaje multidisciplinar perfecto para un resultado muy satisfactorio.

Es la primera vez que desde SUMMA 112 se publica un manual de ventilación mecánica y dadas sus características hacen fácil augurar un gran éxito y esperamos que próximas futuras ediciones se sucedan.

Dra. Marina Gómez-Moran Quintana

Presidenta de la Comisión de Ventilación del SUMMA 112

Índice de autores

Pablo Busca Ostolaza

Director- Gerente del Servicio de Urgencias Médicas de la Comunidad de Madrid. SUMMA 112

Alfredo Carrillo Moya

Enfermero del Servicio de Urgencias Médicas de la Comunidad de Madrid. SUMMA 112 – UVI 13.

Ana Rubio Riballo

Enfermera del Servicio de Urgencias Médicas de la Comunidad de Madrid. SUMMA 112 – UVI 11.

Ana Torres Poza

Enfermera del Servicio de Urgencias Médicas de la Comunidad de Madrid. SUMMA 112 – UVI 21.

Beatriz Albarracín Moreno

Médica del Servicio de Urgencias Médicas de la Comunidad de Madrid. SUMMA112 – Centro coordinador – VIR16.

Beatriz Jiménez Sánchez-Carpio

Médica del Servicio de Urgencias Médicas de la Comunidad de Madrid. SUMMA 112 – UVI 01.

Concepción Gómez Vilanova

Médica del Servicio de Urgencias Médicas de la Comunidad de Madrid. SUMMA 112 – UVI 22.

Cristina Horrillo García

Médica del Servicio de Urgencias Médicas de la Comunidad de Madrid. SUMMA 112 – UVI 03.

Débora Jimenez Escobar

T.E.S del Servicio de Urgencias Médicas de la Comunidad de Madrid. SUMMA 112 – UVI 13.

Gabriel Diaz Medina

Enfermero del Servicio de Urgencias Médicas de la Comunidad de Madrid. SUMMA 112 – UVI 26- CUE del Molar.

Guillermo Sáenz de San Bartolomé

H145/AW139 CAP (Capitán).

Gema Borge Toledano

Enfermera del Servicio de Urgencias Médicas de la Comunidad de Madrid. SUMMA 112 – UVI 17.

Isabel Canales Corcho

Médica del Servicio de Urgencias Médicas de la Comunidad de Madrid. SUMMA 112 – VIR 02.

Joaquín Antonio Rendo Murillo

T.E.S del Servicio de Urgencias Médicas de la Comunidad de Madrid. SUMMA 112 - UVI 27.

Jose Miguel Lafuente Durá

Enfermero del Servicio de Urgencias Médicas de la Comunidad de Madrid. SUMMA 112 – UVI 17.

Juan Caro Codón

Cardiólogo del Hospital Universitario La Paz. Madrid

Julio Ruiz Palomino

Médico del Servicio de Urgencias Médicas de la Comunidad de Madrid. SUMMA 112 – UVI 04.

Laura Pastor Cabanillas

Enfermera del Servicio de Cuidados Intensivos del Hospital Universitario Ramón y Cajal de Madrid.

Maria Isabel Sánchez Sáenz
Médica del Servicio de Urgencias
Médicas de la Comunidad de Madrid.
SUMMA 112 – UVI 26 – CUE del Molar.

Marina Gómez-Morán Quintana
Médica del Servicio de Urgencias
Médicas de la Comunidad de Madrid.
SUMMA 112 – VIR 12.

Marta Platas Hernando
Enfermera del Servicio de Urgencias
Médicas de la Comunidad de Madrid.
SUMMA 112 – UVI 18.

Miguel Ángel Pereda Ruiz
Enfermero del Servicio de Urgencias
Médicas de la Comunidad de Madrid.
SUMMA 112 – UVI 20.

Milagros López Pérez
Médica del Servicio de Urgencias
Médicas de la Comunidad de Madrid.
SUMMA 112 – UVI 17.

Óscar Carrillo Fernández
Enfermero del Servicio de Urgencias
Médicas de la Comunidad de Madrid.
SUMMA 112 – UVI 01.

Óscar Rodríguez Rodríguez.
Médico del Servicio de Urgencias
Médicas de la Comunidad de Madrid.
SUMMA 112 – UVI 08.

Raquel Lafuente Sáenz
Enfermera del Servicio de Urgencias
Médicas de la Comunidad de Madrid.
SUMMA 112 – UVI 03.

Santiago Jiménez Valero
Cardiólogo del Hospital Universitario
La Paz. Madrid

**Sacramento Barraión
Martín de la Sierra**
Enfermera del Servicio de Urgencias
Médicas de la Comunidad de Madrid.
SUMMA 112 – UVI 17.

Soledad Gómez de la Oliva
Médica del Servicio de Urgencias
Médicas de la Comunidad de Madrid.
SUMMA 112 – UVI 26- CUE del Molar.

Agradecimientos a la Fundación para la Investigación e Innovación de Atención Primaria. FIIBAP, Comisión de Pediatría del SUMMA112 y Servicio de Cardiología del Hospital Universitario La Paz



INDICE GENERAL

Fisiología de la respiración y conceptos previos	11
Oximetría de pulso	33
Capnometría y Capnografía	39
Oxigenoterapia convencional	55
Ventilación con balón resucitador	66
Ventilación mecánica no invasiva	83
Ventilación mecánica invasiva	99
Abordaje de la disnea e Insuficiencia respiratoria aguda	114
Edema Agudo de Pulmón	124
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	138
Asma	154



Ventilación mecánica en Pediatría	171
Ventilación en gestante	193
Ventilación en transporte aéreo	203
Ventilación en patología COVID-19	222
Otras terapias ventilatorias	244
Cuidados de la vía aérea	265
Parámetros básicos de la ventilación	281
Programación y monitorización del paciente ventilado	291
Tipos de ventiladores en el SUMMA 112 y sus modalidades ventilatorias	315
Farmacología básica en pacientes ventilados	323
Terminología	336



Fisiología de la respiración y conceptos previos

Índice de capítulo

Fisiología de la respiración:	12
Ventilación pulmonar:	13
1) Resistencia de las vías aéreas	15
2) Distensibilidad o Compliance	15
3) Volumen pulmonar	16
4) Fuerza músculos respiratorios	17
Ventilación Alveolar	18
Conceptos fundamentales en respiración: oxigenación y ventilación	19
La oxigenación (SpO ₂)	20
La ventilación (EtCO ₂)	21
El ventilador mecánico	22
La ventilación mecánica (VM)	25
Efecto del uso de la ventilación mecánica	26
A recordar Puntos clave	31

Fisiología de la respiración y conceptos previos

Marina Gómez-Moran Quintana

Ana Rubio Riballo

Julio Ruiz Palomino

Es fundamental conocer la fisiología de la respiración, así como la fisiopatología y efectos de la ventilación mecánica.

Fisiología de la respiración:

A nivel práctico existen dos componentes en la fisiología de la respiración: la **ventilación pulmonar** (cómo llega el aire al alveolo) y la **ventilación alveolar** (intercambio gaseoso en el alveolo).

La unidad funcional respiratoria es el *alveolo pulmonar*. Tiene forma poliédrica y está rodeado de capilares alveo-

lares. Es el lugar donde se realiza el intercambio gaseoso, que ocurre entre inspiración y espiración, este tiempo coincide en ventilación mecánica como *tiempo de pausa* o *tiempo plateau*.

Figura 1. Fisiología de la respiración.

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA112



Entre los factores que influyen en la respiración se encuentran:

- **factores extrapulmonares** (ventilación pulmonar, fracción inspirada de O_2 , gasto cardiaco y nivel metabólico)
- **factores intrapulmonares** (ventilación alveolar, difusión, perfusión, relación ventilación-perfusión), por razones prácticas, describiremos algunos de estos factores que consideramos fundamentales para entender este manual de ventilación.

Ventilación pulmonar:

Definición

Este componente incluye la entrada de aire desde las fosas nasales hasta la unidad alveolar. A nivel práctico caben destacar dos fases:

- **La inspiración:** entrada del aire exterior al alveolo pulmonar, es una fase activa tras generar una presión negativa dentro del pulmón y el diafragma baja.

- **La espiración:** salida del aire desde al alveolo pulmonar al exterior, es pasiva, la presión se iguala a la atmosférica, el pulmón se colapsa y el diafragma sube.

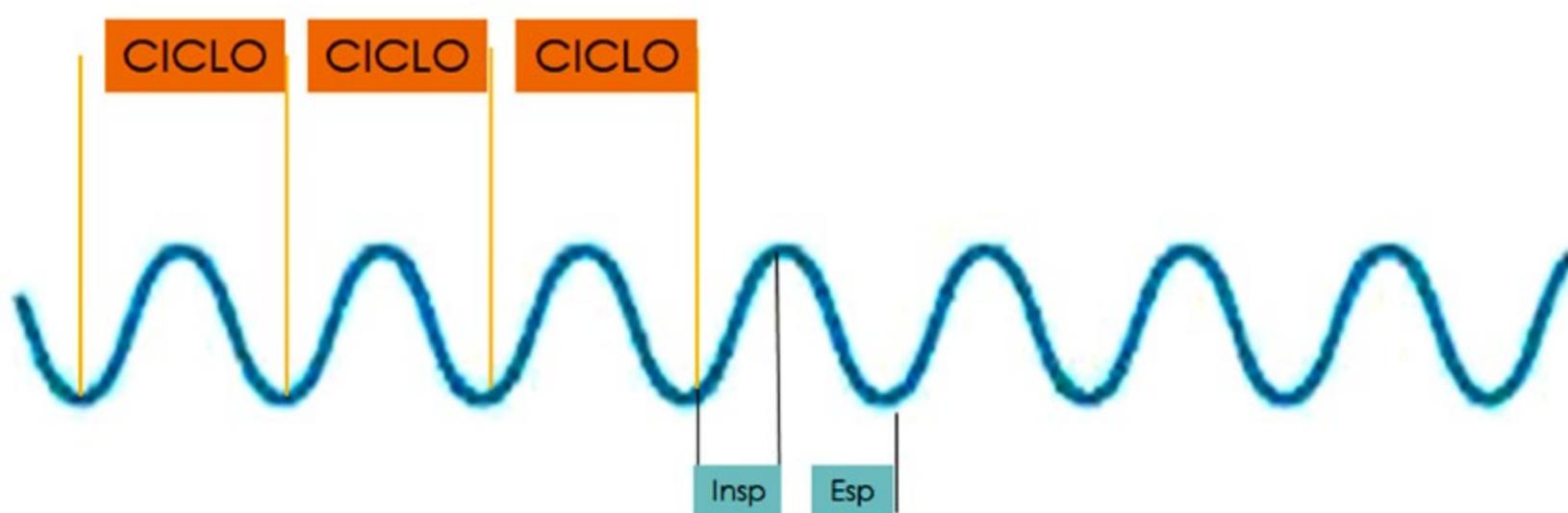
De esta forma, la ventilación pulmonar se realiza merced a la generación de un gradiente de presiones negativas mediante la utilización del diafragma y los músculos accesorios. Así durante la inspiración la presión intrapleural es de -8 mbar (por debajo de la atmosférica) y en la espiración es de -4mbar.

La curva respiratoria

La curva respiratoria normal se describe:

Figura 2. Curva y ciclo respiratorio.

Fuente: Modificada por Comisión de Ventilación SUMMA112



- Frecuencia: es el número de respiraciones (ciclos) por minuto, en general suele ser de 12 a 20 respiraciones por minuto (rpm).
- Ritmo: es el periodo entre las respiraciones, el cual debe de ser igual entre cada ciclo respiratorio. Se mide el intervalo inspiración y espiración (I:E), este intervalo en condiciones normales suele ser de 1:2, 1 segundo de inspiración y 2 segundos de espiración.
- Profundidad: amplitud de la respiración. Deberá ser la suficiente para la expansión del pulmón y la correcta realización del intercambio gaseoso.

Factores que influyen en la ventilación pulmonar

- Resistencia de las vías aéreas.
- Distensibilidad o Compliance.
- Volumen pulmonar.
- Tensión superficial y resistencia tisular.
- Fuerza músculos respiratorios.

1) Resistencia de las vías aéreas

Es la relación entre el incremento de presión y la velocidad del flujo de entrada de aire al alveolo. La resistencia de las vías aéreas supone el 80% de la resistencia pulmonar.

La resistencia aumenta si:

$$\text{Resistencia} = \frac{P \text{ pico} - P \text{ meseta}}{\text{Flujo}}$$

- Disminuye el calibre de la vía aérea (broncoespasmo, mucosidad, obstrucción, acodamiento, niños).
- El diámetro del tubo endotraqueal es pequeño.

El patrón del flujo pasa de laminar a turbulento, es decir si el flujo es muy elevado.

2) Distensibilidad o Compliance

Volumen con el que se expanden los pulmones por cada aumento de presión transpulmonar. Depende de las fuerzas elásticas pulmonares, a menor distensibilidad mayor dificultad para ventilar.

$$\text{Compliance: } VT / P_{\text{meseta}} - PEEP$$

Tabla 1. Patologías que disminuyen la compliance

Principales patologías que disminuyen la compliance

Neumonía, SDRA, EAP, derrame pleural.
 Neumotórax, atelectasia, IOT selectiva a un pulmón.
 Aumento de presión abdominal (laparoscopia).
 Deformidad de pared torácica (Volet costal).

Leyenda: SDRA: Síndrome de distrés respiratorio del adulto. EAP: edema agudo de pulmón. IOT: Intubación Orotraqueal.

3) Volumen pulmonar

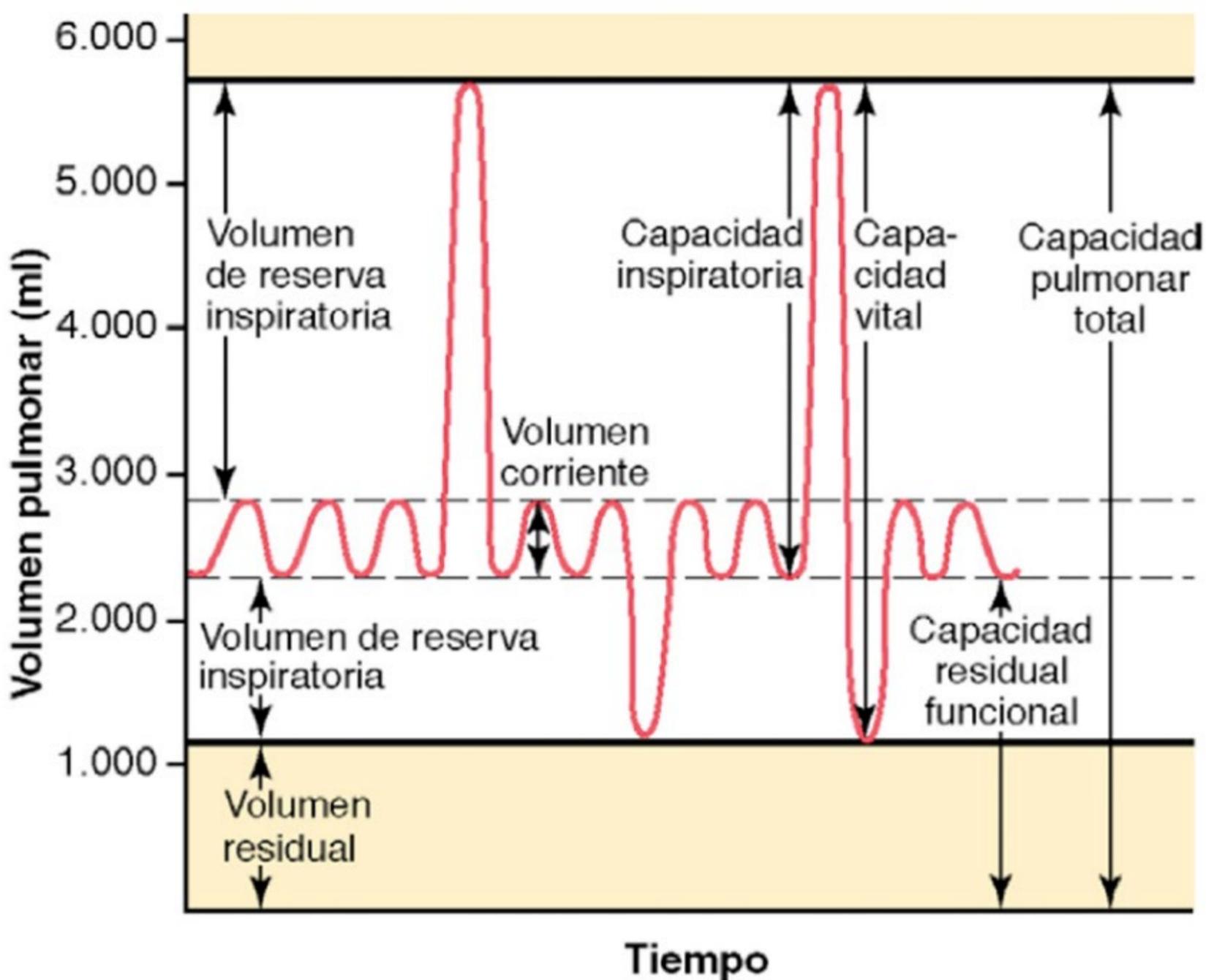
En la espirometría se pueden diferenciar diferentes volúmenes:

- **Volumen Tidal o Volumen corriente (VT):** Cantidad de aire que se moviliza en cada respiración. Supone 4-8 ml/Kg de peso ideal, generalmente de 350-450 ml.
- **Volumen de reserva inspiratorio (VRI):** diferencia de volumen entre una inspiración normal y una forzada. 3 litros.
- **Volumen de reserva espiratoria (VRE):** diferencia de volumen entre una espiración normal y una forzada. 1 litro.
- **Capacidad Vital (CV):** volumen total de aire que puede movilizar una persona. Se obtiene de la suma de los tres volúmenes anteriores. 4,5-4,8 litros.
- **Capacidad Residual funcional (CRF):** Supone aire no movilizable después de una respiración normal. Esto es fundamental mejorar la oxigenación del paciente. Se obtiene de la suma del volumen de reserva respiratorio y el volumen residual. Es de 2,2 L. Es fundamental.
- **Volumen residual (VR):** cantidad de aire no movilizable. Su valor es de 1,2 litros en el adulto.
- **Capacidad pulmonar total (CPT):** el volumen movilizable junto con el no movilizable. Se obtiene de la suma

de la capacidad vital y el volumen residual. Es de 5,7-6 litros.

Figura 3. Volúmenes pulmonares.

Fuente: Ventilación Pulmonar: Volúmenes y capacidades pulmonares
mirandafisioterapia.com



Tensión superficial y resistencia tisular

La tensión superficial depende del diámetro o calibre de la vía aérea acompañado de la presencia de surfactante alveolar. Este hecho es de gran importancia en aquellas patologías donde hay alteración de surfactante como la fibrosis quística.

4) Fuerza músculos respiratorios

Es fundamental, para asegurar una adecuada frecuencia respiratoria y una amplitud respiratoria, la fortaleza de la musculatura respiratoria.

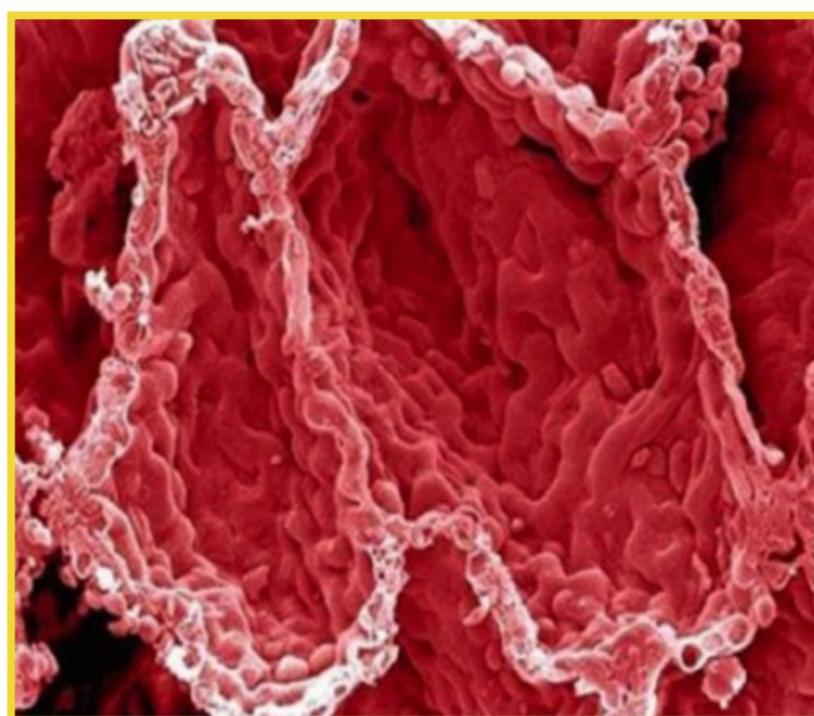
Ventilación Alveolar

Definición

Entrada de O_2 y salida de CO_2 tras eliminar el espacio muerto anatómico. Los alvéolos tienen forma geométrica.

Imagen 1. Alveolo pulmonar

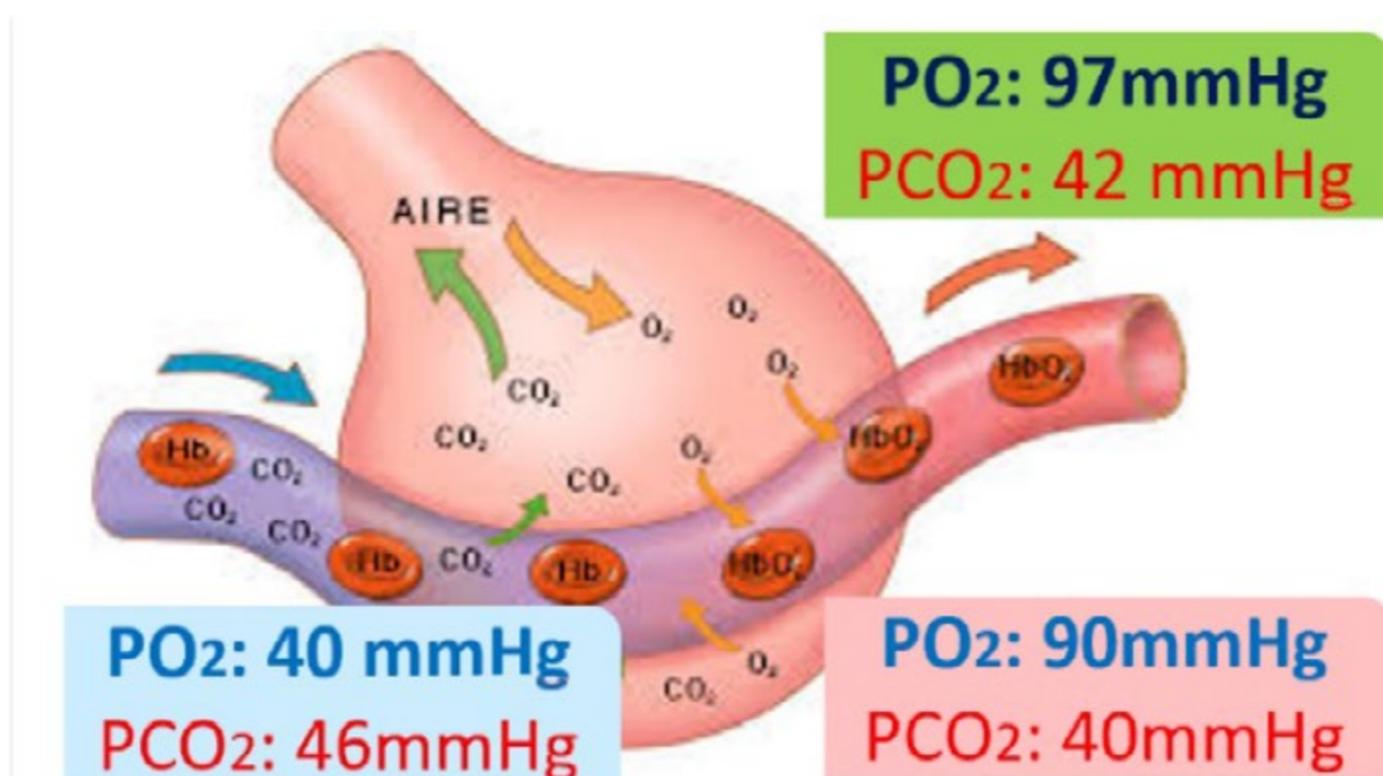
Fuente: alveolos - Bing images



La difusión CO_2 y O_2 es **pasiva** desde las zonas de mayor presión a las zonas de menor presión. De esta manera se consigue la exhalación del CO_2 y se realiza la ventilación alveolar incorporando el O_2 al grupo hemo del hematíe en el capilar pulmonar.

Imagen 2. Difusión alveolar

Fuente: Imagen modificada por Comisión de Ventilación del SUMMA112



La difusión del gas sigue la **ley de Fick** donde la difusión es directamente proporcional a la superficie membrana y a la diferencia concentración de gas e inversamente proporcional al grosor.

Relación ventilación-perfusión (V/Q)

Según la zona de ubicación de los alvéolos pulmonares se clasificará la zona pulmonar: vértice pulmonar, media y base pulmonar.

- *Zona 1 Vértice:* Los alvéolos están bien ventilados pero mal perfundidos y la relación $V/Q > 1$
- *Zona 2 Media:* Los alvéolos están bien ventilados, bien perfundidos y la relación $V/Q = 1$
- *Zona 3 Base:* Los alvéolos están mal ventilados, bien perfundidos, la relación $V/Q < 1$

Imagen 3. Relacion Ventilacion- Perfusion

Fuente: Comisión de Ventilación del SUMMA112

Relación ventilación-perfusión



Los alveolos estarán:

Zona 1 Vértice: bien ventilados, mal perfundidos $V/Q > 1$

Zona 2 Media: bien ventilados, bien perfundidos $V/Q = 1$

Zona 3 Base: Mal ventilados, bien perfundidos $V/Q < 1$

Conceptos fundamentales en respiración: oxigenación y ventilación

El ciclo de la respiración consta de dos fases: la oxigenación y la ventilación.

La oxigenación (SpO₂)

Imagen 4. Relación ventilación- perfusión.

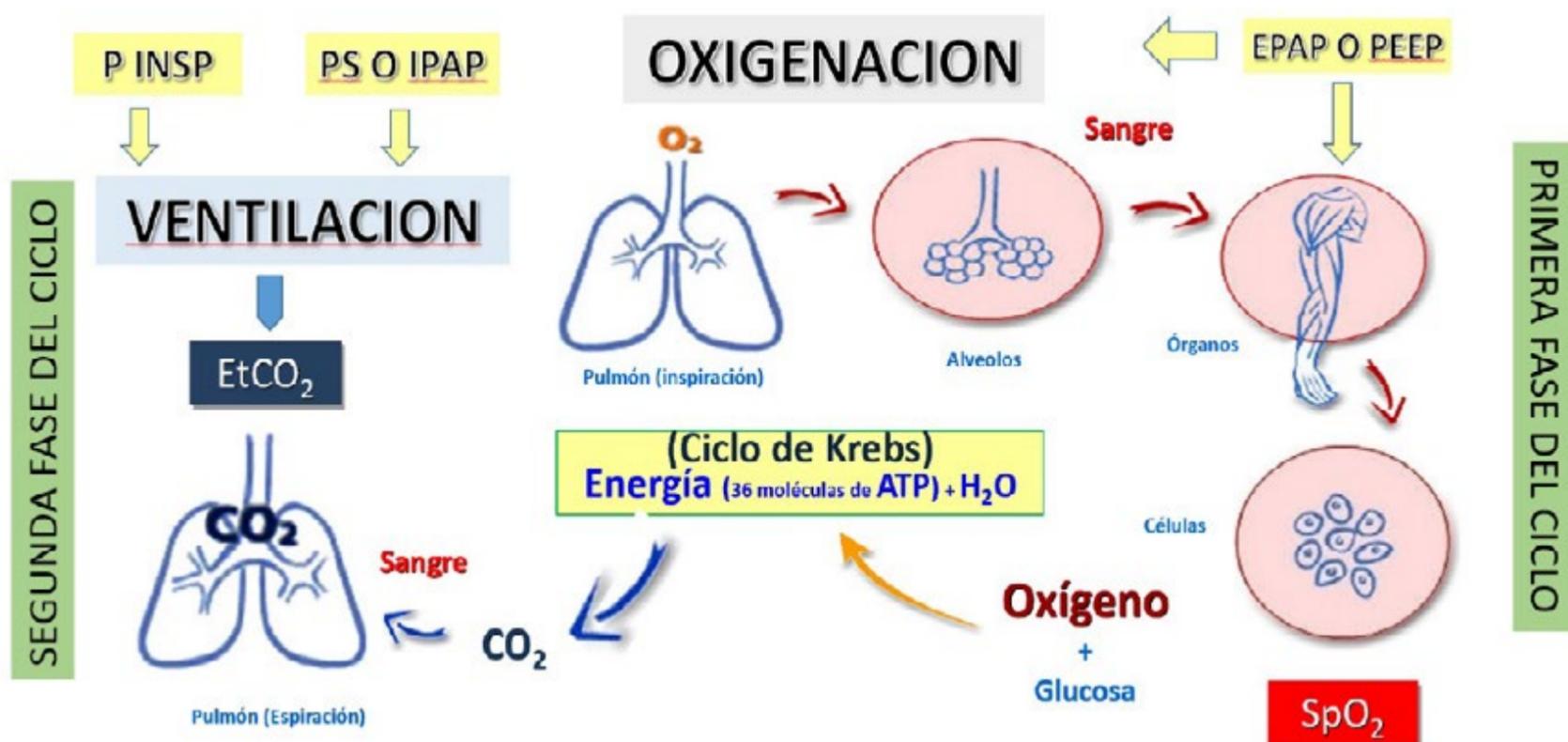
Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA112

Oxigenación	SpO ₂	PRESION O ₂ SANGRE
Ideal	95-99%	PaO ₂ : 80 - 100 mm Hg
Aceptable	≥ 90 %	PaO ₂ ≥ 60 mm Hg
Crítica	85-90%	PaO ₂ : 45 - 60 mm Hg
Hipoxia severa	≤ 80 %	PaO ₂ ≤ 40 mm Hg

La oxigenación supone la entrada de oxígeno a los alvéolos, de ahí a la sangre, a los órganos y a las células, que utilizan el oxígeno y la glucosa y generan energía mediante el ciclo de Krebs.

Imagen 5. Oxigenación y Ventilación.

Fuente Capnografía, la evolución en la monitorización del paciente crítico. Revista de formación para Técnicos en Emergencias Sanitarias - ZONA TES



Depende del número de alvéolos funcionales abiertos que hacen el intercambio y oxigenan la sangre.

La oxigenación se mide con la pulsioximetría. Las tendencias de la curva se miden con onda pletismográfica.

El aumento del número de alvéolos funcionales abiertos supone un aumento de la oxigenación. A este fenó-

meno se le conoce como *reclutamiento alveolar*. A nivel alveolar la oxigenación dependerá de:

- **Capacidad Residual Funcional (CRF):** capacidad que tiene el pulmón de conseguir alvéolos funcionales. Un aumento de CRF supone:
 - ▶ Disminución del colapso alveolar
 - ▶ Aumento del reclutamiento alveolar
 - ▶ Mejora relación V/Q y disminución del shunt.
- **Shunt (cortocircuito):** sangre venosa que llega al sistema arterial sin pasar por los alvéolos, solo en zonas bien perfundidas, favorece la hipoxia.

En ventilación mecánica para mejorar la oxigenación del paciente aumentaremos la FIO_2 y la PEEP (Presión positiva al final de la espiración) programándola en el ventilador.

La ventilación (EtCO₂)

La ventilación supone la segunda fase del ciclo respiratorio. Mediante la recogida del CO₂ de desecho celular tras la combustión en la mitocondria del oxígeno y la glucosa en el ciclo de Krebs, de ahí va a la sangre y pasará al pulmón para ser exhalado mediante intercambio gaseoso por difusión en los alvéolos pulmonares.

La ventilación se mide con la capnografía que mide CO₂ exhalado y es un indicador del intercambio gaseoso.

Imagen 6. Comisión de Ventilación del SUMMA112

VENTILACION	ETCO ₂
VENTILACION IDEAL	EtCO ₂ = 35 - 45 mmHg
HIPERCAPNIA PERMISIVA	EtCO ₂ = 45 - 60 mmHg
HIPOVENTILACION CRÍTICA	EtCO ₂ = 80 -100 mmHg

Las tendencias de la onda capnográfica se pueden interpretar en tiempo real indicando: broncoespasmo, hipoventilación, hiperventilación, correcta IOT, intento de ROSC tras PCR...

En ventilación mecánica para mejorar la ventilación o el lavado de CO_2 aumentaremos la Presión Inspiratoria en VMI o bien aumentaremos la IPAP o Presión de Soporte en VMNI.

La autoPEEP

Es la tendencia al colapso de la vía aérea en bronquiolos terminales que evitan la salida del aire del alveolo, de forma que se genere atrapamiento aéreo. A medida que aumenta este atrapamiento, de forma dinámica, se produce el fenómeno conocido como hiperinsuflación dinámica.

El ventilador mecánico

Es un aparato que entrega gas con presión positiva, mediante válvulas o turbinas, pudiéndose clasificar en:

- **Valvular de flujo proporcional de alta presión:** Necesitan gas a alta presión o bala para funcionar y generan un flujo constante proporcional al grado de apertura de la válvula. Precisos, rápidos en ajustar y puede hacer modos ventilatorios avanzados.
- **Turbina de baja presión:** Rueda giratoria que usa el gas del aire ambiente o de una fuente de baja presión (concentrador) y generan la presión mediante compresión. Pesan menos, compensan muy bien fugas y son independientes de la bala.

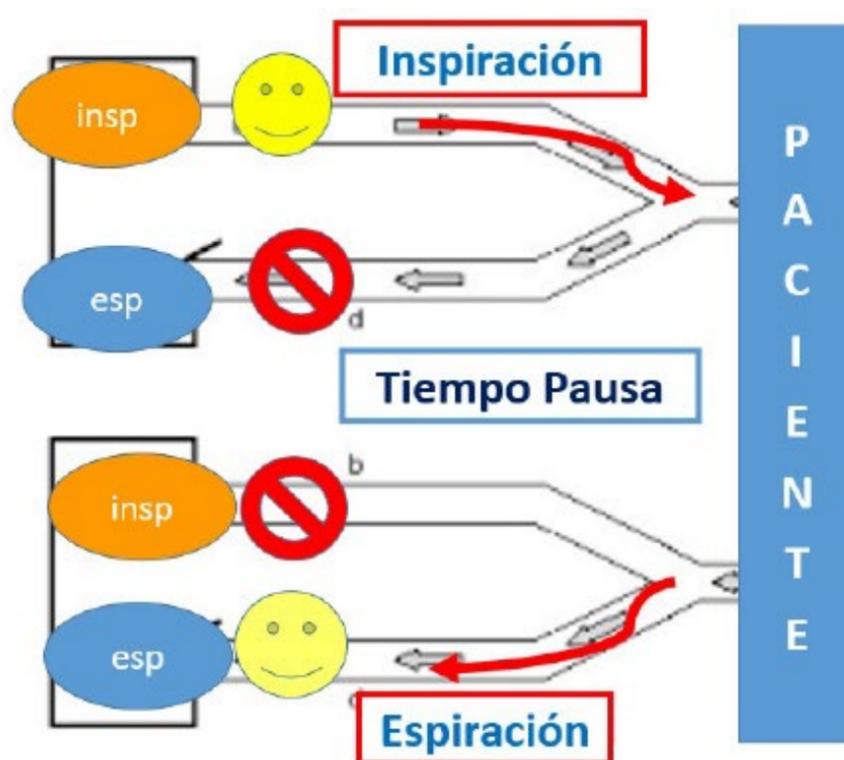
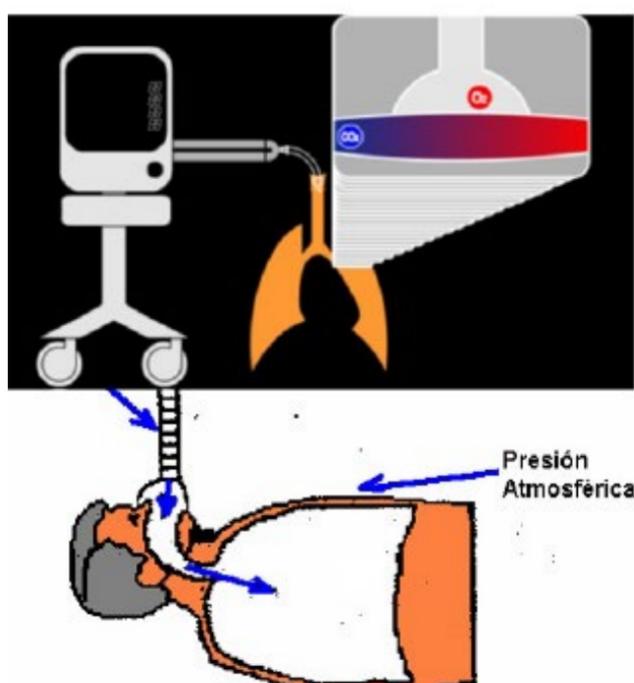
Actualmente, tanto el Ventilador Ambumatic[®] como el Oxilog 3000+[®] son ventiladores valvulares de alta presión, por lo que únicamente describiremos este tipo de ventiladores.

Ambos son ventiladores neumáticos que consisten en un conjunto de válvulas que se abren y se cierran según un tiempo programado (ciclado por tiempo), entregando de esta forma el aire y llenando el pulmón del paciente.

- **Durante la inspiración:** La válvula inspiratoria se abre mientras la válvula espiratoria se mantiene cerrada y se produce la inspiración, generando una onda de presión llamada presión pico o PIP.
- **Entre la inspiración y espiración (tiempo de pausa):** la válvula inspiratoria se cierra según el tiempo programado mientras la espiratoria se mantiene cerrada, esto se llama tiempo de pausa, de esta forma se distribuye el gas dentro del pulmón, generando una presión llamado Presión plateau (P Plateau) o presión meseta o presión alveolar.
- **Durante la espiración:** Se realiza apertura de válvula espiratoria mientras la inspiratoria se mantiene cerrada y de forma pasiva se realiza la espiración.

Imagen 7. Funcionamiento de ventilador valvular.

Fuente: Comisión de Ventilación del SUMMA112



Ventilador ambumatic®:

Es un ventilador neumático valvular de transporte controlado por volumen donde se fija la frecuencia respirato-

ria (FR), VT y FIO₂ 50-100% en secuencias prefijadas. Pesa poco y tiene modo manual. **No usar** en pacientes <40 kg. Tiene una alarma de Presión Máxima con una válvula audible si la presión es >40 mbar de ahí el nombre de “pollo”. Este ventilador es útil para el traslado desde el domicilio al Soporte Vital Avanzado, pero está contraindicado su uso en el transporte sanitario y durante la reanimación cardiopulmonar.

Imagen 8. Ventilador Ambumatic®

Fuente: Comisión de Ventilación del SUMMA112



Ventilador Oxilog 3000 plus®

Es un ventilador neumático valvular de transporte controlado por volumen o por presión, con cuatro modalidades ventilatorias opcionales, utilizado para niños **a partir de 5 kg** y para adultos. Presenta una adaptación a las modalidades controladas por volumen denominada *auto-flow* para evitar hiperpresión y adaptarse a la compliance del paciente. Puede utilizarse para aplicar ventilación no invasiva (VNI) pero no es específico, no presenta modo para ventilar durante la reanimación cardiopulmonar (RCP) por lo que no se recomienda su uso durante la pa-

rada cardiorrespiratoria. Es útil para el transporte en ventilación mecánica.

Imagen 9. Ventilador Oxylog 3000 plus®

Fuente: Comisión de Ventilación del SUMMA112



La ventilación mecánica (VM)

Definición

Es una terapia de soporte que consiste en proporcionar una ayuda externa (artificial) a la respiración del paciente movilizándolo gas dentro de los pulmones con presión positiva supra-atmosférica para la expansión pulmonar. No es una técnica curativa. Los objetivos ideales de VM son: mantener intercambio gaseoso, producir menor daño pulmonar sin alteraciones hemodinámicas ni daño de órganos a distancia. Según el medio de entrega será:

- VM Invasiva: tras la intubación orotraqueal (IOT) o traqueotomía.
- VM No Invasiva: usa mascarilla o interfaz.

La Ventilación mecánica protectora es una estrategia ventilatoria que previene del riesgo de daño alveolar y de riesgo

de barotrauma utilizando un Volumen Tidal Bajo (4-8 ml/kg peso ideal), frecuencia respiratoria baja (10-14 rpm) y normocapnia o hipercapnia permisiva leve (<60 mbar).

Efecto del uso de la ventilación mecánica

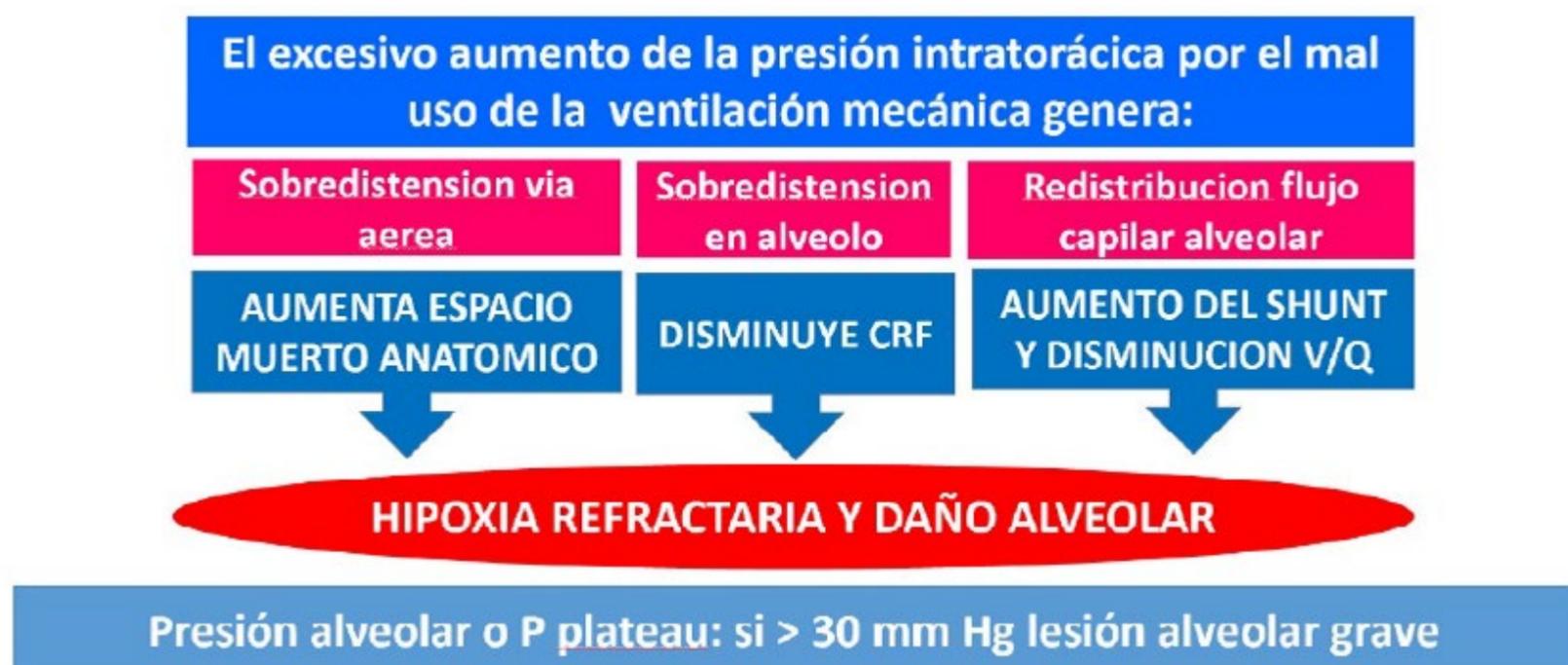
Efectos pulmonares

La VM con presión positiva aumenta la presión intratorácica lo que supone un aumento de la presión transpulmonar, ese hecho va a producir el aumento del volumen pulmonar, la mejora relación ventilación/perfusión y la reducción del shunt al mejorar el flujo pulmonar. El uso de una PEEP óptima y adecuada producirá que:

- Aumente la Capacidad Residual funcional.
- Aumente la Compliance o distensibilidad del pulmón.
- Contrarreste el AUTOPEEP o atrapamiento aéreo.

Imagen 10. Efectos de la presión intratorácica aumentada.

Fuente: Comisión de Ventilación del SUMMA112



Lesiones asociadas a daño pulmonar por el uso de la ventilación mecánica:

- **Barotrauma:** por sobredistensión y rotura alveolar, debido a la excesiva presión : neumotórax, neumomediastino y enfisema subcutáneo.

- **Lesión pulmonar inducida por VM (VILI):** similar al Síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) en pacientes con pulmón previamente lesionado, donde aumentan las secreciones y se altera el surfactante pulmonar con disminución de la compliance, dando lugar a :
 - ▶ Volutrauma: sobredistensión de solo un área por alto volumen.
 - ▶ Atelectrauma: daño por apertura y cierre de alveolos colapsados por mal ajuste de la PEEP.
 - ▶ Biotrauma: efecto inflamación tanto pulmonar como sistémico.
- **Neumonía asociada al ventilador (NAVA):** es frecuente.

Efectos cardiovasculares

La VM aumenta la presión intratorácica lo que disminuye la tensión arterial, el gasto cardiaco (GC) y aumenta la oxigenación miocárdica.

Imagen 11. Efectos del aumento de la presión intratorácica.

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA112



Se debe tener cuidado al aplicar la VM si el paciente presenta shock hipovolémico previo. El excesivo aumento de la presión intratorácica por el mal uso de la VM produce:

- Aumento resistencia vascular pulmonar por compresión de capilares adyacentes (con niveles altos de PEEP (>15 mbar)).
- Efecto de taponamiento cardiaco por hiperinsuflación pulmonar lo que disminuye el gasto cardiaco.
- Disfunción ventricular isquémica por afectación del flujo coronario por disminución de presión perfusión coronaria (bajo GC, hipoTA...) y por compresión de los vasos coronarios.

Efectos endocrinos y renales

El uso de la VM genera una tendencia al edema, oliguria y retención de sodio aguda pues facilita la **estimulación de liberación ADH** (SiADH) dando oliguria. Al disminuir el retorno venoso disminuye la **secreción de péptido natriurético atrial (PNA)** y se facilita la **activación eje Renina-Angiotensina** por aumento tono simpático en los vasos renales y disminución de flujo rena, lo que va a dar lugar a una disminución de la tasa de filtración glomerular.

Efectos digestivos

La presión positiva intratorácica durante la VM, la presión intraabdominal aumentada y a la disminución del GC, son los responsables de los efectos digestivos:

- Distensión abdominal (por introducción de aire en el estómago y por el aumento de jugo gástrico).
- Alteraciones de la motilidad intestinal (estreñimiento, diarreas.) por disminución del flujo sanguíneo abdominal.
- Isquemia mucosa gástrica (úlceras y hemorragia digestiva) por disminución del flujo esplácnico debido a la disminución GC y elevación presión abdominal.

- Disfunción hepática e isquemia hepática (aumento de la bilirrubina sérica) relacionada con descenso del GC, movimiento descendente del diafragma y disminución del flujo arterial y portal.

Efectos neurológicos

La presión positiva intratorácica de la VM disminuye el GC y esto produce disminución de perfusión cerebral y elevación de la PIC.

En los traumatismos craneoencefálicos (TCE) el uso de VM empeora el edema cerebral ya que disminuye el retorno venoso. Esta situación empeora si el paciente está hipercápnico pues aumenta la isquemia, por lo que, cuando ventilamos a un paciente con TCE se recomienda mantener normotensión, normocapnia y normoxemia.

$$\text{PPC (Presión perfusión cerebral)} = \text{TA media} - \text{PIC}$$

Efectos piel y mucosas

El uso de VM invasiva genera una disminución de humidificación y protección (sistema mucociliar) vía aérea superior: ulceraciones, estenosis, infecciones y sangrados. Además se facilitan lesiones pulmonares por toxicidad de O_2 por lo que debemos intentar siempre que sea posible una $\text{FiO}_2 < 60\%$.

Efectos psicológicos

Existen numerosos efectos psicológicos del uso de VM principalmente la invasiva. Problemas de comunicación, alteraciones del ritmo biológico, dependencia del paciente a la VM y al personal sanitario, depresión, apatía y estrés.

Tabla 2: Efectos del uso de la Ventilación mecánica

Pulmonar:	<ul style="list-style-type: none"> -Aumenta volumen pulmonar - Mejor relación ventilación/perfusión - Reduce shunt pulmonar Efectos adversos Barotrauma Lesión pulmonar inducida por VM (VILI) Neumonía asociada al ventilador
Cardiovascular	Disminuye la TA Disminuye GC (Precaución en pacientes en shock)
Endocrino y renal:	-Edema y oliguria
Digestivo:	<ul style="list-style-type: none"> -Distensión abdominal -Alteraciones de la motilidad intestinal (estreñimiento o diarrea) - Úlceras y hemorragias digestivas -Disfunción hepática por isquemia (aumento de la bilirrubina)
Neurológicos:	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de perfusión cerebral - Elevación de la PIC
Piel y Mucosas:	Úlceras, infecciones y sangrados en VM invasiva
Psicológicos:	- Alteración del ritmo circadiano, depresión, apatía y estrés.

Leyenda: VM: ventilación mecánica. VILI: ventilación mecánica por lesión inducida.

TA: tensión arterial. GC: gasto cardiaco. PIC: presión intracraneal



A recordar | Puntos clave

- La fisiología de la respiración consta de ventilación pulmonar y alveolar.
- La ventilación pulmonar consiste en la inspiración y espiración.
- La ventilación alveolar es el intercambio gaseoso que se realiza en el alveolo.
- entre inspiración y espiración. Este tiempo coincide en ventilación mecánica como tiempo de pausa o tiempo plateau.
- En la curva respiratoria normal se describe la frecuencia, el ritmo y profundidad.
- La oxigenación (SpO_2) supone la entrada de oxígeno a los alveolos. Se mide con la pulsioximetría.
- La ventilación ($EtCO_2$) supone el intercambio de O_2 y CO_2 . Se mide con la capnografía.
- La ventilación mecánica disminuye TA y GC. Valorar inotropos positivos en pacientes en shock donde se haga uso de VM

Bibliografía

1. Jiménez Murillo L, Montero Pérez F.J. Medicina de Urgencias y Emergencias. Guía diagnóstica y Protocolos de Actuación. 4ª ed. Elsevier. Barcelona. 2009.
2. Garrote I. Manual del Transporte Aéreo Medicalizado, Ala fija y HEMS. Formación Alcalá. Jaén. 2019.
3. Bibiano C. Manual de Urgencias. 3ª ed. Grupo SANED. Madrid. 2018
4. Guay J, Ochroch EA. Uso intraoperatorio de la ventilación de bajo volumen para disminuir la mortalidad postoperatoria, la ventilación mecánica, la duración de la estancia y la lesión pulmonar en pacientes sin lesión pulmonar aguda. Cochrane Database Syst Rev 2015: CD011151.
5. Ramos Gómez L, Benito Vales S. Fundamentos de la Ventilación Mecánica. 2012. Ed Marge Medical Books. Barcelona. 2012.
6. Tobin, MJ Principles and Practice of Mechanical Ventilation. Baum's Textbook of Pulmonary Diseases 2nd edition. McGraw-Hill, Inc.; 2006. USA.2.
7. Gutiérrez, F. Diagnóstico, Monitoreo y Soporte Inicial del Paciente con Insuficiencia Respiratoria Aguda;
8. Simposio: "Atención Inicial Del Paciente Crítico Para No especialistas" (Parte 1). Revista Acta Médica Peruana Número Especial. 2011.3. West, J. Fisiología Respiratoria, 7a Edición. Editorial Panamericana, 2007. Buenos Aires, Argentina.
9. Grace K, The Ventilator: selection of mechanical ventilators. Critical Care Clinics, Volumen 14. Número 4. Octubre 1988. W.B. Saunders Company. Ph. Pennsylvania. USA.5. Slutsky A, et al. Mechanical Ventilation. ACCP Consensus Conference. Chest 1993 104:1833-59.6. Lovesio C. Capítulo Ventilación Mecánica. Medicina Intensiva, Enero 2006, Editorial El Ateneo, Buenos Aires, Argentina.
10. Dueñas C, Ortiz G, González M. Ventilación Mecánica. Aplicación en el Paciente crítico, 2003. Editorial Distribuna, Bogotá, Colombia.8. Gozalo ME. Ventilación Mecánica Básica, Procedimientos Respiratorios. Sección 5, Capítulo 82. Tratado de Enfermería de Cuidados Críticos y Neonatales, Julio 2007 <http://www.eccpn.aibarra.org/temario/seccion5/capitulo82/capitulo82>.



Oximetría de pulso

Índice de capítulo

Definición	34
Medición	34
Limitaciones	36
Valores recomendables	36
A recordar Puntos clave	37

Oximetría de pulso

*Alfredo Carrillo Moya
Débora Jiménez Escobar*

Definición

Es la medición continua no invasiva de la hemoglobina (Hb) saturada mediante espectrofotometría.

La hemoglobina puede estar saturada de oxígeno, pero también de metil-hemoglobina y de monóxido de carbono.

Medición

La tecnología disponible en el SUMMA112 para medir la Hb es el lifepack 15[®]. Es capaz de diferenciar qué com-

Oximetría de pulso

ponente satura la Hb (oxígeno, metilHb o CO). Además, el lifepack 15[®] es capaz de:

- Eliminar ruidos/interferencias.
- Compensar la absorción de la luz por parte de la sangre venosa.
- Medir:
 - ▶ SpO₂: 1 – 100 %
 - ▶ SpCO: 1 – 40 %
 - ▶ SpMet: 1 – 15 %

La medición se puede ver afectada por:

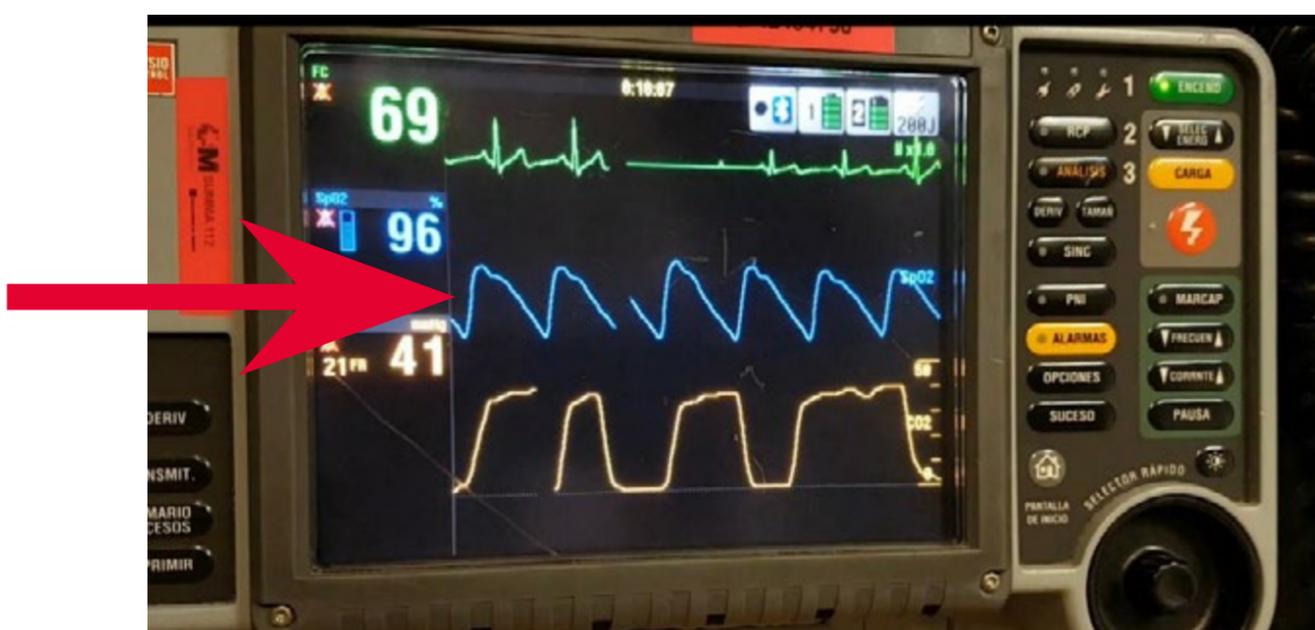
- Hipoperfusión periférica.
- Anemia severa.
- Uñas postizas
- Fuentes de luz externa (mayor luminosidad más interferencia).
- Algunos contrastes intravenosos pueden interferir la luz de una longitud de onda similar a la de la Hb.
- Artefactos durante el transporte del paciente.

Sólo existe fiabilidad para valores entre 80 y 100 %.

Para conocer la validez del dato de oximetría de pulso resulta imprescindible monitorizar también la curva plestimográfica

Figura 1. Limitaciones de la oximetría de pulso

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA112



Limitaciones:

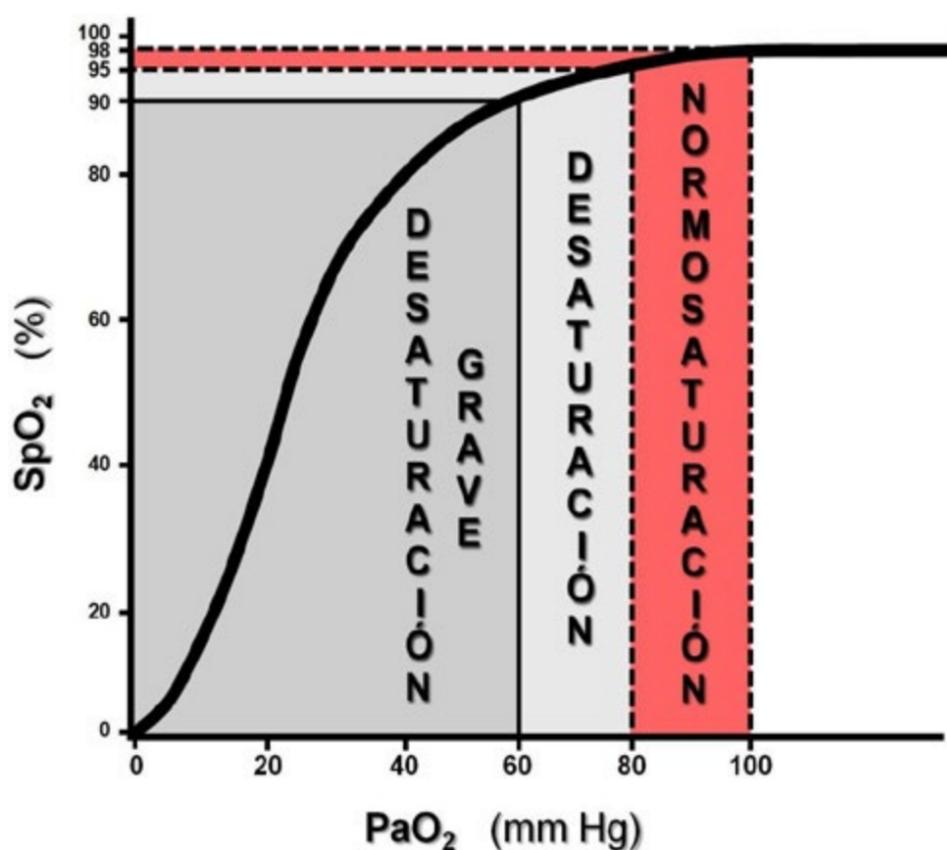
- NO detecta la hiperoxia.
- NO detecta la hipoventilación.
- NO valora los problemas ventilatorios. La medición de la SpO₂ es un indicador tardío de los problemas de ventilación, en especial si ha existido un aporte de O₂ suplementario.
- Aunque los aparatos actuales son muy fiables en determinadas situaciones clínicas, pueden aparecer errores de lectura:
 - ▶ Alteraciones de la Hb: metahemoglobina y carboxihemoglobina.
 - ▶ Arritmias.

La SpO₂ es indicador *tardío* de la APNEA

Valores recomendables:

Relación entre la SpO₂ y la PaO₂

SpO ₂ (%)	PaO ₂ (mm Hg)
100	> 150
98	100
95	80
90	59
80	48
73	40
60	30





A recordar | Puntos clave

- La **oximetría** es la medición continua no invasiva de **la hemoglobina saturada** mediante **espectrofotometría**.
- La tecnología disponible en el SUMMA112 para medir la Hb es el **lifepack 15[®]**, capaz de diferenciar qué componente satura la Hb: O₂, metilHb o CO.
- La **medición** puede verse **alterada por** hipoperfusión periférica, uñas postizas, anemia severa, fuentes de luz externas, contrastes intravenosos o por el movimiento durante el traslado del paciente.
- La medición de la SpO₂ es **un indicador tardío de los problemas de ventilación** en especial si ha existido un aporte de O₂ suplementario.

Bibliografía

1. Barrado Muñoz L, Barroso Matilla S, Patón Morales G y Sánchez Carro J. Capnografía, la evolución en la monitorización del paciente crítico. Rev Zona TES. 2013: 16-23.
2. Tremper KK. Non-invasive monitoring of oxygenation and ventilation, 40 years in development. West J Med. 1992;156:662-3.
3. American Society of Anesthesiologist. Standards for basic Anesthetic monitoring; approved October 21, 1986 and last amended on October 20, 2011. Disponible en: <https://www.asahq.org/standards-and-guidelines/standards-for-basic-anesthetic-monitoring>.
4. Nolan JP, Soar J, Zideman DA, Biarent D, Bossaert LL, Deakin C, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010. Section 1. Executive summary. Resuscitation. 2010;81: 1219-76.
5. Neumar RW, Otto CW, Link MS, Kronick SL, Shuster M, Callaway CW, et al. Part 8: Adult Advanced Cardiovascular Life Support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation. 2010;122:S729-S767.
6. Kleinman ME, Chameides L, Schexnayder SM, Samson RA, Hazinski MF, Atkins DL, et al. Part 14: Pediatric Advanced Life Support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation. 2010;122:S876-S908.
7. Giner J, Casan P. Determinación de la pulsioximetría y de la capnografía en el laboratorio de función pulmonar. Arch Bronconeumol. 2004;40:311-4.
8. Riley R, Marcy J. Unsuspected endobronchial intubation - Detection by Continuous Mass Spectrometry. Anesthesiol. 1985;63:203-4.
9. Rolf N, Cote CJ. Diagnosis of clinically unrecognized endobronchial intubation in paediatric anaesthesia; which is more sensitive, pulse oxymetry or capnography? Paediatr Anaesth. 1992;2:31-5.
10. Mahajan A, Hoftman N, Hsu A, Schroeder R, Wald S. Continuous Monitoring of Dynamic Pulmonary Compliance Enables Detection of Endobronchial Intubation in Infants and Children. Anesth Analg. 2007;105:51-6.
11. Appendini L, Confalonieri M, Rossi A. Clinical relevance of monitoring respiratory mechanics in the ventilator-supported patient: an update (1995-2000). Curr Opin Crit Care. 2001;7:41-8.
12. Pérez M, Mancebo J. Monitorización de la mecánica ventilatoria. Med Intens. 2006;30:440-8.
13. Díaz Díez-Picazo L, Barroso L, Matilla S, Chico Córdoba R, Gómez Muñoz A. La monitorización capnográfica en la parada cardiaca Extrahospitalaria. Emergencias. 2010;22:345-8.



Capnometría y Capnografía

Índice de capítulo

Definición	40
Medición	40
Capnografía	41
Morfología normal del capnograma	41
Factores que afectan el EtCO ₂	43
Tipos de sondas capnográficas y tecnologías del SUMMA112	44
Aplicaciones clínicas de la capnografía	46
A- Pacientes intubados	46
B- Pacientes no intubados	48
A recordar Puntos clave	53

Capnometría y Capnografía

Alfredo Carrillo Moya
Débora Jiménez Escobar

Definición

La capnografía es la medición continua NO invasiva del dióxido de carbono exhalado a lo largo del tiempo. La $P_{ET}CO_2$ (Presión parcial de CO_2 al final de la espiración) se suele abreviar como $EtCO_2$.

Medición

- **La capnometría** hace referencia al valor numérico del CO_2 .
 - ▶ Los **valores normales están en un rango de 35 a 45 mmHg** y la forma correcta de decirla es haciendo

referencia a la frecuencia respiratoria. Ejemplo: 32 mmHg a 17 respiraciones por minuto (rpm).

- **La capnografía** es la representación del trazado, es decir el **registro gráfico** de cada ciclo respiratorio de forma **continua** y a **tiempo real**, más la capnometría.

Capnografía

- Mide la EtCO₂.
- Refleja la ventilación.
- Detección inmediata de hipoventilación y apnea.
- Se emplea conjuntamente con la oximetría de pulso.

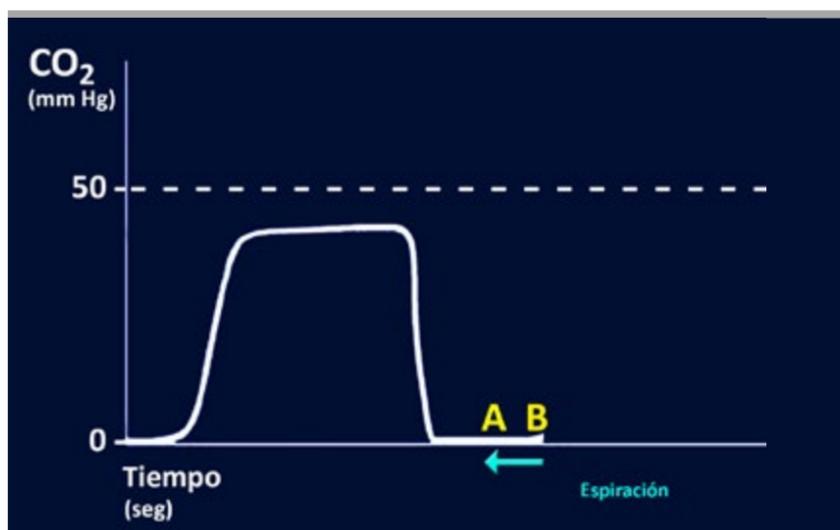
Imagen de capnograma normal con forma de meseta.

Fuente: Grupo de investigación en capnografía (Gricap)



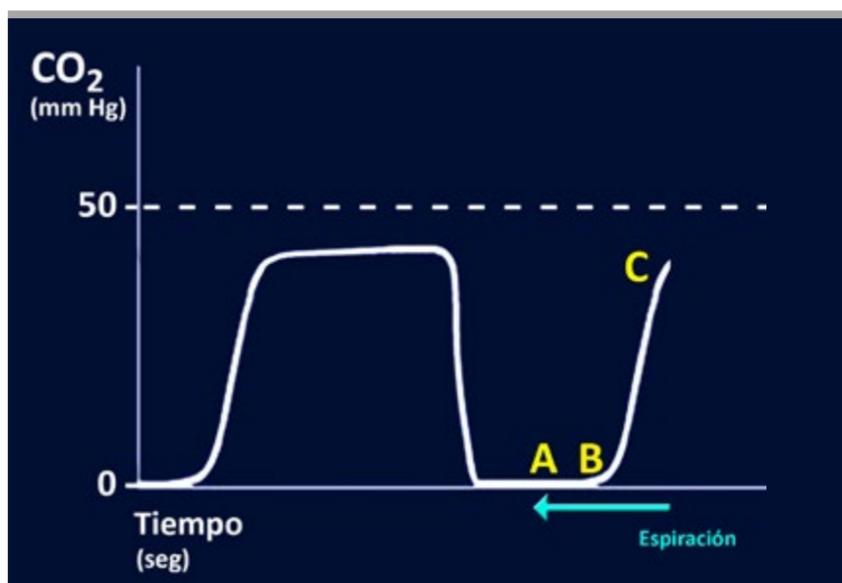
Morfología normal del capnograma

Fuente de imágenes: Grupo de investigación en capnografía (Gricap).

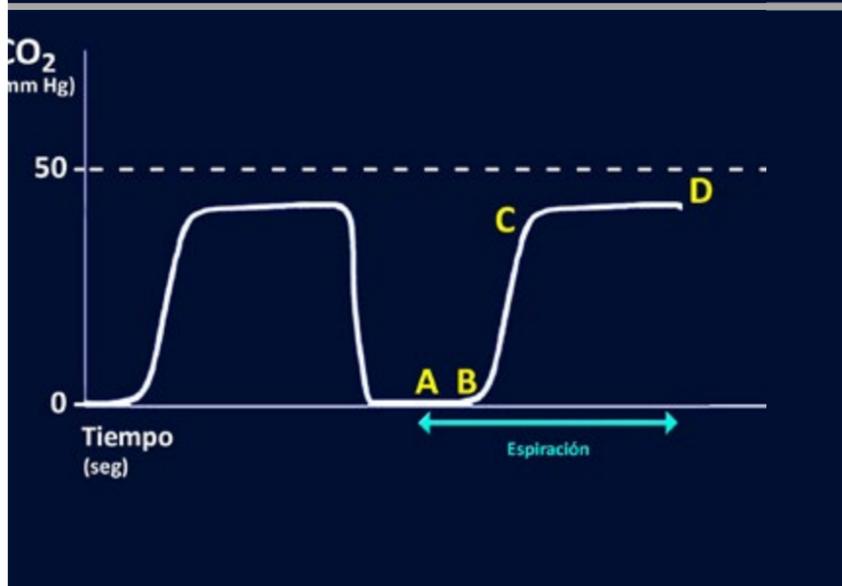


A – B: inicio de la espiración, ventilación del “espacio muerto”.

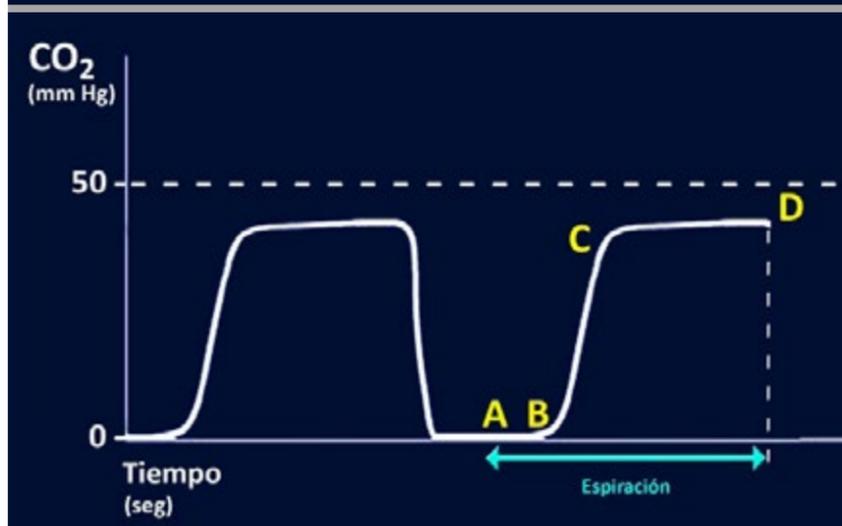
Capnometría y Capnografía



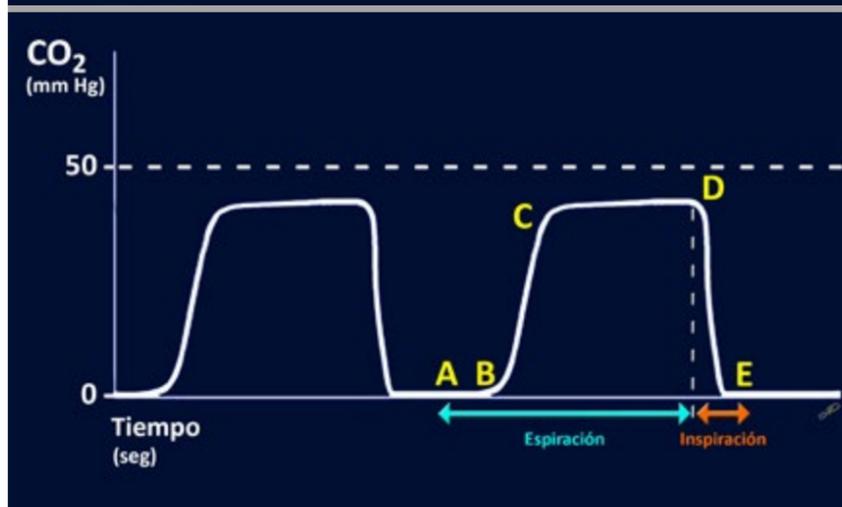
B – C: resto del “espacio muerto” mezclado con CO_2 alveolar



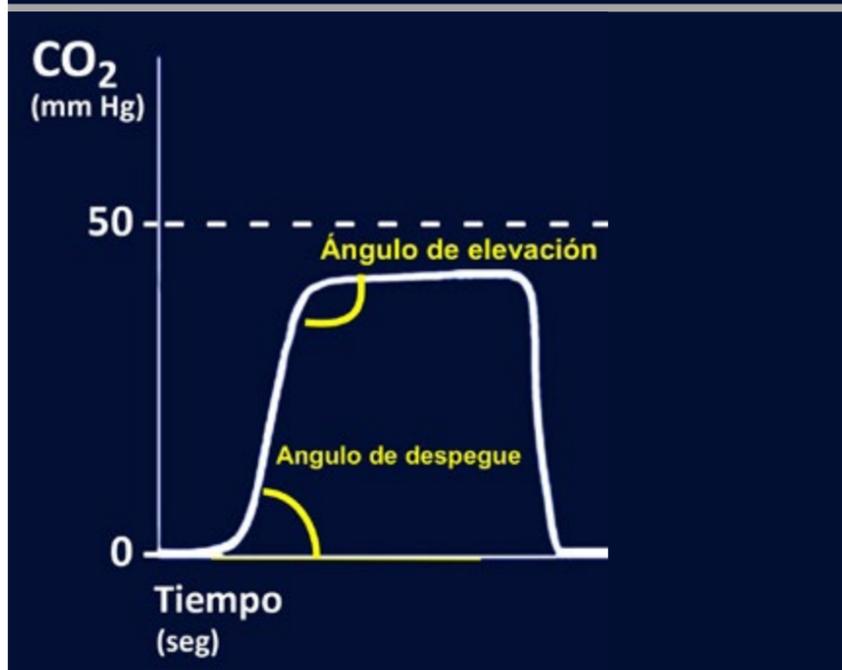
C – D: aire exhalado procedente enteramente de los alveolos. CO_2 alveolar.



D: fin de la espiración, medición del ETCO_2



D – E: comienza la inspiración, la presión de CO_2 decrece bruscamente.



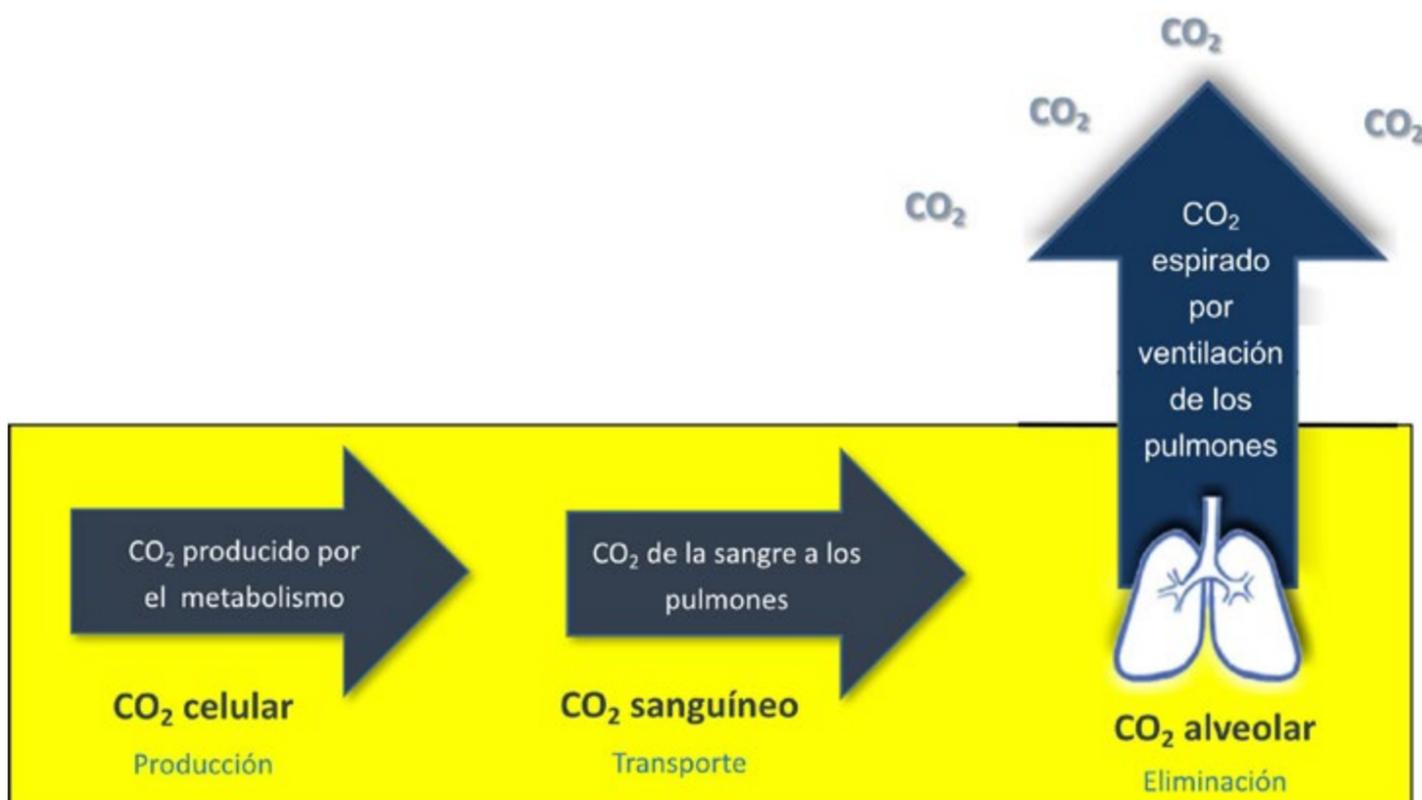
La tendencia de los ángulos de despegue o inferior y de elevación o superior nos indican el grado de obstrucción en la vía aérea.

Factores que afectan el EtCO_2

El EtCO_2 variará en función del metabolismo celular. Por tanto, se verá alterado por:

- los niveles de glucosa y O_2 que entran de forma adecuada al interior de la célula.
- Factores que alteran el funcionamiento de la célula (hipotermia, fiebre, deshidratación, tóxicos, muerte celular...).
- Presencia de hemorragias (altera el transporte del CO_2 producido a través del torrente sanguíneo a nuestros pulmones).
- Hipo/hiperventilación: al hiperventilar se elimina menos CO_2 por lo que se retiene más CO_2 en el paciente.

Fuente: Grupo de investigación en capnografía (Gricap).



Tendencia al alza del EtCO_2

Metabólicas

- **Dolor**
- **Hipertermia**
- Temblores

Respiratorias

- Insuficiencia respiratoria
- Depresión respiratoria
- **Sedación** / Analgesia
- Reinhalación

↑ EtCO_2



Cardiovasculares

- **Hipertensión Intracraneal**
- **Aumento GC**

Debidas al Equipo

- Válvula de inhalación o exhalación defectuosa
- Excesivo Espacio Muerto en el equipo

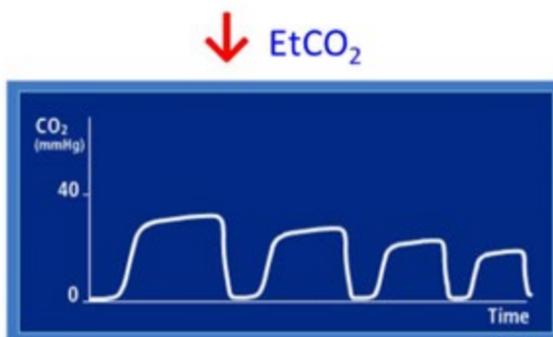
Tendencia a la baja del EtCO₂

Metabólicas

- Hipotermia
- Cetoacidosis

Cardiovasculares

- Hipotensión Arterial
- Hipovolemia súbita
- PCR
- TEP



Respiratorias

- Hiperventilación alveolar
- Broncoespasmo
- Presencia de mucosidad
- Hipoventilación con respiración superficial

Debidas al Equipo

- Fuga del sistema ventilación
- Posición de la cánula
- Posición y Tamaño del TET

¡VIGILE LAS TENDENCIAS!

Tipos de sondas capnográficas y tecnologías del SUMMA112

En el SUMMA 112 utilizamos sondas **capnográficas tipo microstream**, (imagen 1) que realiza una pequeña succión de aire para el análisis del CO₂ existente. Este tipo de sonda se utiliza para paciente intubado y no intubado (acoplada al balón resucitador) siendo muy imprecisa en la ventilación no invasiva porque su medición se altera con las turbulencias generadas en la interface de la mascarilla usada en la VMNI.

Imagen 1: sonda capnográfica tipo microstream

Fuente: Grupo de investigación en capnografía (Gricap).



Existen otras tecnologías, como las **de flujo principal y lateral**, que en nuestro medio presentan el inconveniente que su analizador de gases no está situado en el monitor sino en la parte proximal al paciente y es habitual que sufra daños en la transferencia hospitalaria. El motivo por el que los ventiladores no utilizan tecnología microstream en favor de tecnologías de flujo principal es que existe otro tipo de capnografía, llamada capnografía volumétrica, muy útil por ejemplo para realizar el cálculo de la PEEP óptima.

También existe otra tecnología llamada **capnografía transcutánea** que, aunque es muy útil, sobre todo en la ventilación no invasiva, en el medio extrahospitalario presenta una serie de limitaciones que la hacen poco viable para su uso.

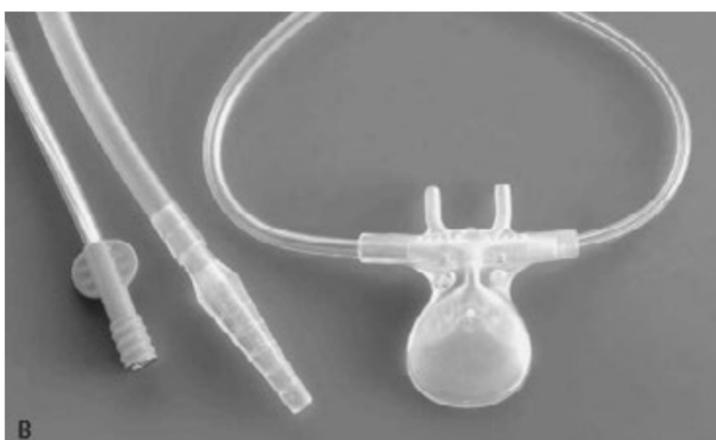
Imagen 2: Sonda paciente intubado y lugar de inserción de la conexión al monitor Lifepak 15

Fuente: Grupo de investigación en capnografía (Gricap).



Imagen 3: Sonda capnográfica para paciente no intubado que permite realizar aporte de oxígeno (no disponible actualmente en SUMMA112).

Fuente: Grupo de investigación en capnografía (Gricap).



El orden de colocación de la sonda capnográfica será la siguiente:

Fuente: Grupo de investigación en capnografía (Gricap).

Paciente- Filtró-
Sonda Capnográfica-
Respirador/Unidad
ventilación manual



De esta forma evitamos que pueda llegar algún líquido procedente del paciente, al módulo de análisis de nuestro monitor y dañarlo.

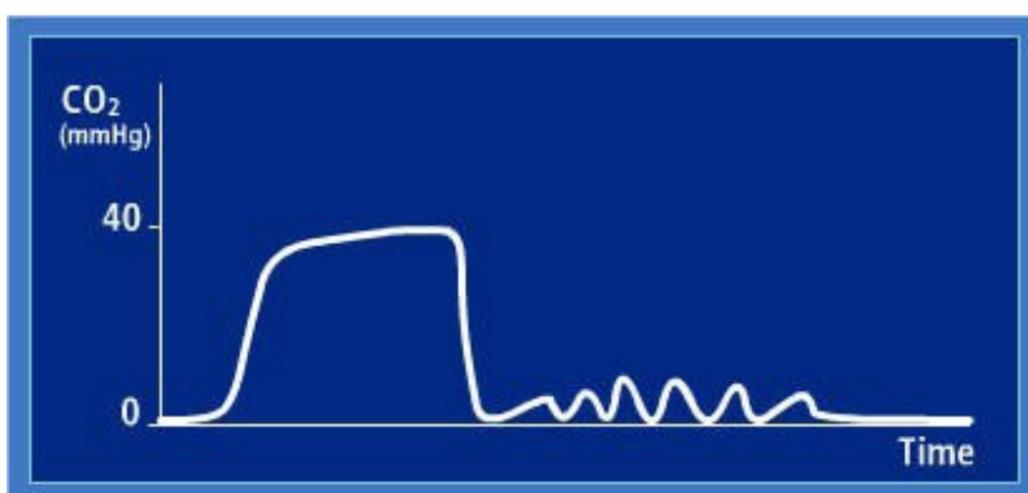
Aplicaciones clínicas de la capnografía

La capnografía resulta muy útil tanto en pacientes no intubados como en pacientes intubados, debiendo de ser aplicada lo antes posible para apoyar nuestras sospechas diagnósticas y servirnos de alerta temprana de situaciones potencialmente dañinas para el paciente.

A- Pacientes intubados:

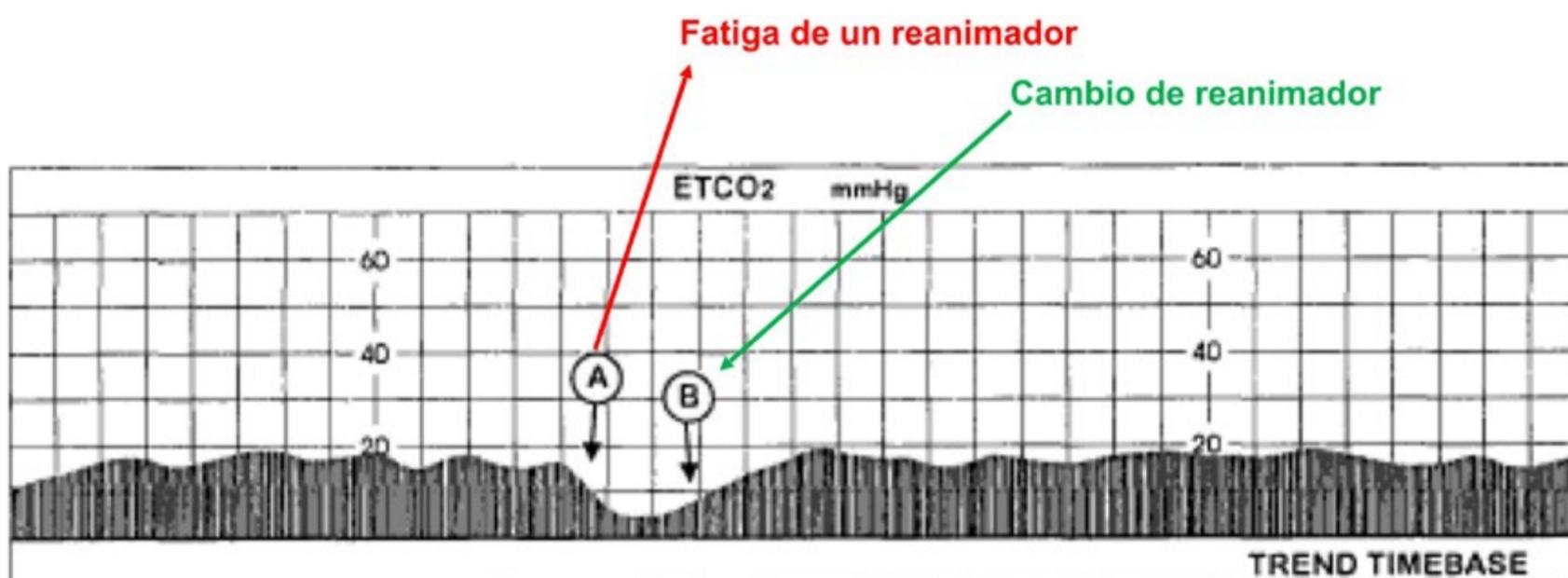
- Comprobación de la adecuada posición del tubo endotraqueal.

Fuente: Grupo de investigación en capnografía (Gricap).



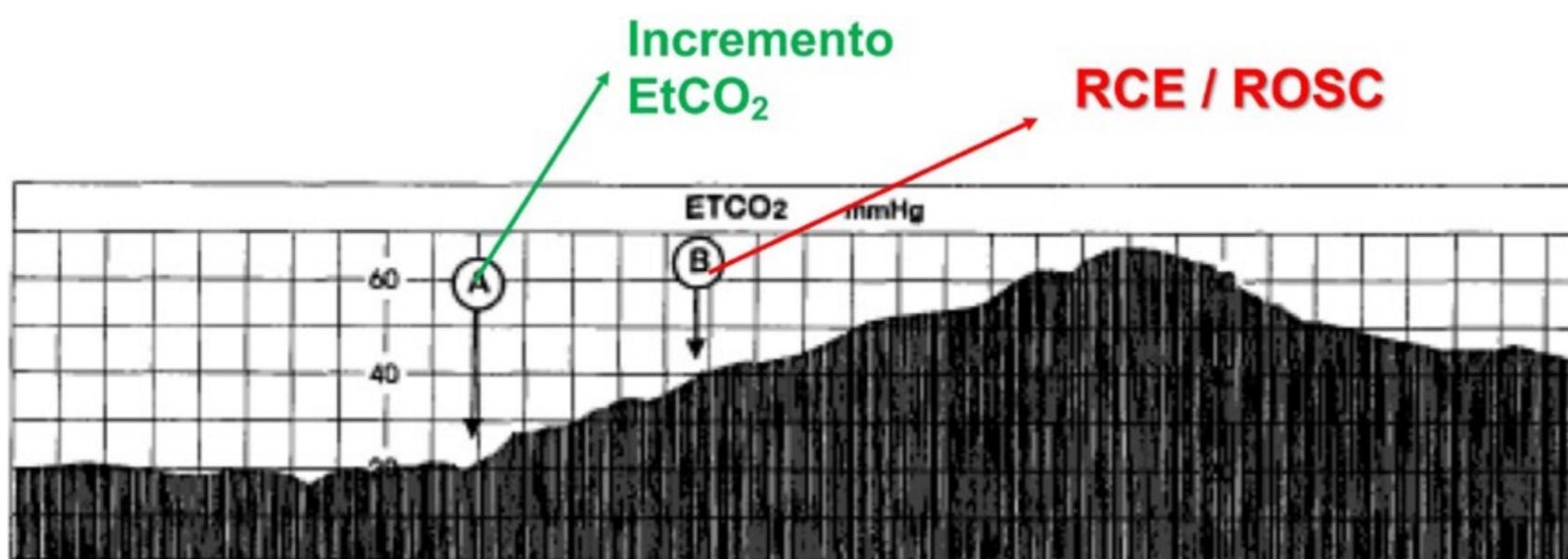
- Monitorización de la reanimación cardiopulmonar (RCP).
 - ▶ Valora la calidad de las compresiones cardiacas. El aumento de los niveles capnométricos se debe al aumento del gasto cardiaco.

Fuente: Grupo de investigación en capnografía (Gricap).



- ▶ Predice la recuperación espontánea al encontrar-nos aumentos súbitos y mantenidos de EtCO_2 .

Fuente: Grupo de investigación en capnografía (Gricap).



De esta forma pronostica la posibilidad de recuperación de la parada cardiorrespiratoria. Tendencias mantenidas por debajo de 10 mmHg indican pocas posibilidades de recuperación. Valoraremos el ritmo y decidiremos si continuar o no con la RCP.

- Control de la terapia respiratoria en la ventilación mecánica invasiva. Tras aplicar un volumen tidal entre 5 y 6 ml/kg peso ideal (la grasa no se ventila) ajustamos el volumen y la frecuencia respiratoria para obtener valo-

res normales de EtCO₂ (siempre que no sobrepasemos las máximas presiones recomendadas en la vía aérea). Un paciente COVID-19 que necesita ser ventilado mecánicamente y que necesita de una PEEP aprox. de 15 mmHg, deja menos margen de volumen tidal para no incurrir en barotrauma, esto es evitar pasar de 30 mm Hg de presión plateau.

- En el caso de pacientes con traumatismo craneal que presentan hipertensión intracraneal, debemos evitar un aumento en el EtCO₂ que provocaría un aumento del flujo sanguíneo cerebral y por ende un mayor sangrado, **no seremos capaces de normoventilar al paciente si no contamos con la ayuda del capnógrafo.**



- ▶ Recuerde además de sedar y relajar a su paciente **ANALGESIAR**.
- ▶ Si dispone de ventilador con flujo decelerado, utilícelo.
- La capnografía, mediante el seguimiento de la tendencia, nos servirá de alerta temprana para multitud de situaciones mientras nuestro paciente está intubado: falta de analgesia, fallos de programación del ventilador como el olvido del trigger, inicio de neumotórax a tensión, inicio de complicaciones por hemorragias (disminución del gasto cardiaco), desconexiones de tubuladuras, desintubaciones accidentales (tan frecuentes en nuestro medio, más aún con tubos infantiles sin neumotaponamiento)...

B- Pacientes no intubados:

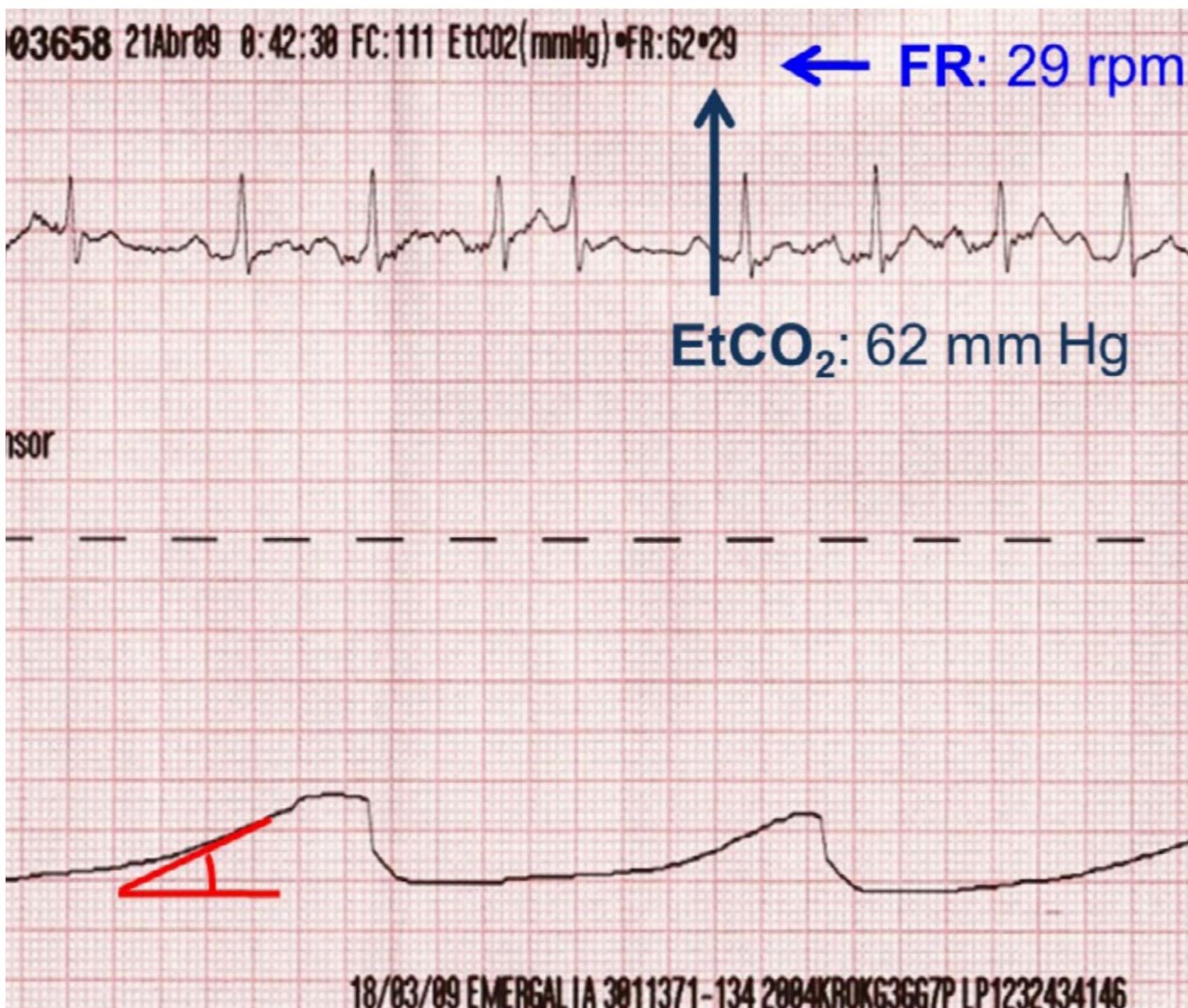
- Monitorización diagnóstica y terapéutica del **Asma y el EPOC agudizado**

Fuente: Grupo de investigación en capnografía (Gricap).



La obstrucción que presenta este paciente a la salida del aire se ve reflejada en la disminución del ángulo de despegue del capnografía. Esta imagen tenderá a adoptar la imagen típica de meseta, cuanto más eficaz sea nuestro tratamiento y llegará incluso a formar la llamada aleta de tiburón cuanto peor sea la situación del paciente.

Fuente: Grupo de investigación en capnografía (Gricap).



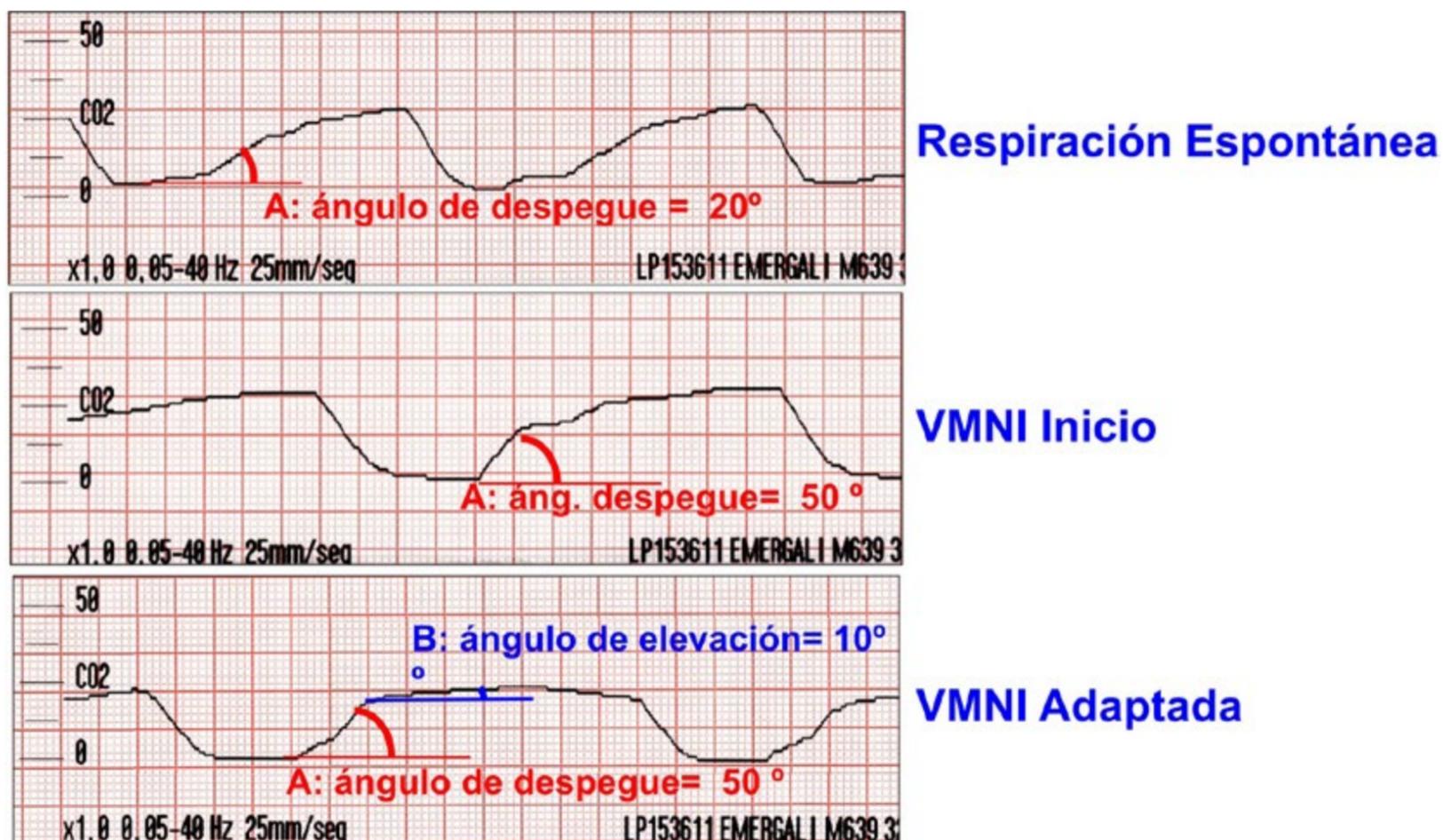
- Monitorización de la VMNI (CPAP/ BIPAP).



Fuente: Grupo de investigación en capnografía (Gricap).

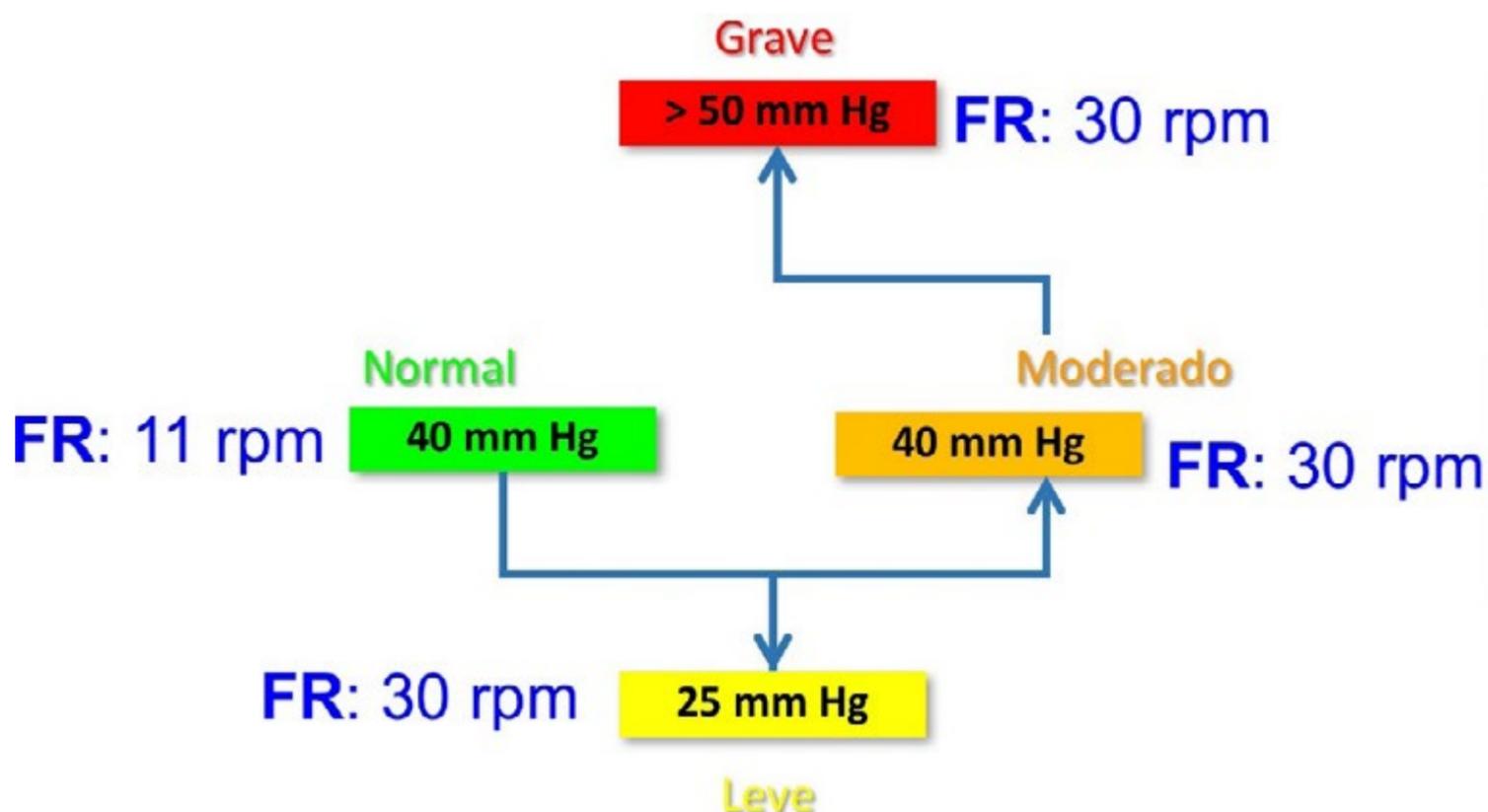
Durante la aplicación de CPAP, la monitorización capnográfica, nos indica si necesitamos cambiar a modo BiPAP para intentar normalizar los niveles de CO_2 . También resulta imprescindible para poder establecer el correcto nivel de soporte que necesita nuestro paciente (cantidad de aire que el ventilador lanza cada vez que el paciente inspira).

- Por último, nos ofrece mediante la normalización del capnograma la confirmación de la mejoría de nuestro paciente.



Fuente: Grupo de investigación en capnografía (Gricap).

Desde el punto de vista capnométrico la mejora / empeoramiento de nuestro paciente se vería así:



No olvide:

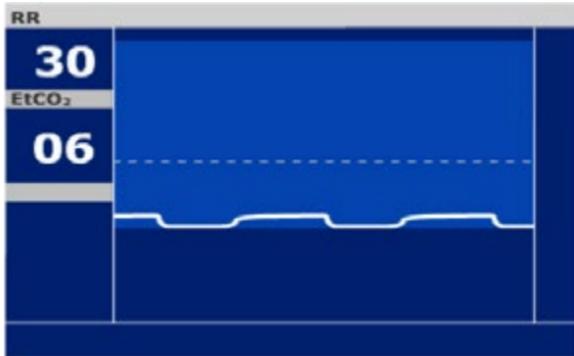
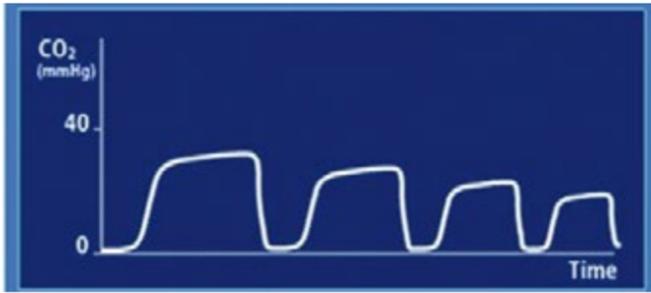
- valorar las tendencias
- asociar el dato capnométrico y la frecuencia respiratoria

- ▶ Alteraciones del **patrón respiratorio** (hipo/ hiperventilación, Küssmaul...) o en procesos de **sedación, intoxicación por drogas, alcohol, medicamentos**.
- ▶ Otras: **Cetoacidosis diabética**, Sepsis, intoxicaciones por CO...
- ▶ Cuadros de baja perfusión (**shock**).

También nos permite realizar una:

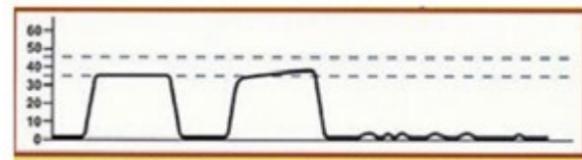
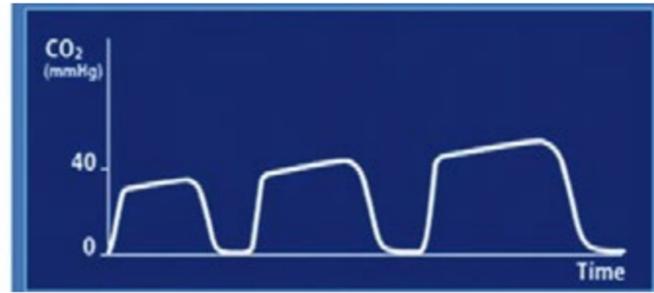
- ▶ Valoración continua del estado hemodinámico del paciente, junto con el resto de parámetros habituales.
- ▶ Detección precoz de hipovolemias súbitas (traumatismos).
- ▶ Sospecha precoz de tromboembolismo pulmonar.

Hiperventilación



Cetoacidosis diabética.
Respiración de
Kussmaul.

Hipoventilación



Paciente que entra en
apnea

Fuente: Grupo de investigación en capnografía (Gricap).



A recordar | Puntos clave

- La **capnometría** hace referencia al **valor numérico del CO₂**.
- Los **valores normales** de capnometría están en un rango de **35 a 45 mmHg**.
- La **capnografía** es el registro **gráfico** de cada ciclo respiratorio de forma continua y a tiempo real.
- La capnografía nos **permite anticiparnos a las situaciones potencialmente dañinas** de nuestro paciente y actuar de forma precoz.
- Existen diferentes **sondas capnográficas** en el mercado. La usada en el SUMMA112 es de tipo **microstream**.
- Las sondas se pueden usar en el **paciente intubado y no intubado**.
- La capnografía tiene aplicación en el **paciente crítico y en parada cardiorrespiratoria** para monitorización y anticipación de situaciones potencialmente dañinas.

Bibliografía

1. Barrado Muñoz L, Barroso Matilla S, Patón Morales G y Sánchez Carro J. Capnografía, la evolución en la monitorización del paciente crítico. Rev Zona TES. 2013: 16-23.
2. Tremper KK. Non-invasive monitoring of oxygenation and ventilation, 40 years in development. West J Med. 1992;156:662-3.
3. American Society of Anesthesiologist. Standards for basic Anesthetic monitoring; approved October 21, 1986 and last amended on October 20, 2011. Disponible en: <https://www.asahq.org/standards-and-guidelines/standards-for-basic-anesthetic-monitoring>.
4. Nolan JP, Soar J, Zideman DA, Biarent D, Bossaert LL, Deakin C, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010. Section 1. Executive summary. Resuscitation. 2010;81: 1219-76.
5. Scarth E, Cook T. Capnography during cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation. 2012;83:789-90.
6. Corbo J, Bijur P, Lahn M, Gallagher EJ. Concordance between Capnography and Arterial Blood Gas measurements of Carbon Dioxide in Acute Asthma. Ann Emerg Med. 2005;46:323-7.
7. Giner J, Casan P. Determinación de la pulsioximetría y de la capnografía en el laboratorio de función pulmonar. Arch Bronconeumol. 2004;40:311-4.
8. Donald MJ, Paterson B. End tidal carbon dioxide monitoring in pre-hospital and retrieval medicine: a review. Emerg Med J. 2006;23:728-30.
9. Gilbert D, Benumof JL. Biphasic carbon dioxide elimination waveform with right mainstem bronchial intubation. Anesth Analg. 1989;69:829-32.
10. Appendini L, Confalonieri M, Rossi A. Clinical relevance of monitoring respiratory mechanics in the ventilator-supported patient: an update (1995-2000). Curr Opin Crit Care. 2001;7:41-8.
11. Pérez M, Mancebo J. Monitorización de la mecánica ventilatoria. Med Intens. 2006;30:440-8.
12. Gilboy N, Hawkins MR. Noninvasive monitoring of End-Tidal Carbon Dioxide in the Emergency Department. Adv Emerg Nurs J. 2006;28:301-13.
13. Díaz Díez-Picazo L, Barroso Matilla S, Chico Córdoba R, Gómez Muñoz A. La monitorización capnográfica en la parada cardiaca Extrahospitalaria. Emergencias. 2010;22:345-8.



Oxigenoterapia convencional

Índice de capítulo

Sistemas de oxigenoterapia	56
Índice SaFi y PaFi	58
Cálculo de las necesidades de oxígeno	60
A recordar Puntos clave	63

Oxigenoterapia convencional

Joaquín Antonio Rendo Murillo

Cristina Horrillo García

Óscar Carrillo Fernández

Sistemas de oxigenoterapia

La oxigenoterapia consiste en administrar oxígeno a concentraciones superiores a las existentes en el aire ambiental. El objetivo es aumentar la PaO_2 para tratar o prevenir la hipoxia.

Los sistemas para aportar oxígeno a un paciente se clasifican en función a la FiO_2 y el caudal que pueda aportar el dispositivo. En la **Tabla 1** se exponen los principales y se incluyen también las cánulas o gafas nasales de alto flujo mediante las cuales podemos aportar una FiO_2 elevada, además de cierto grado de presión positiva continua.

Tabla 1. Sistemas de aporte de oxígeno.

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA112

Sistema	Flujo de aire (L/min)	FiO ₂
Sistemas de BAJO flujo		
Cánulas nasales 	1	24%
	2	28%
	3	32%
	4	36%
Mascarilla simple 	5-6	40%
	6-7	50%
	8	60%
Mascarilla con reservorio 	8-12	90%

Sistema	Flujo de aire (L/min)	FiO ₂
Sistemas de ALTO flujo		
Mascarilla Venturi 	4	28%
	6	31%
	8	35%
	10	40%
	12	45%
	15	60%
	Cánulas nasales de alto flujo 	20-60

Índice SaFi y PaFi

Conocer las necesidades de FiO₂ del paciente es muy útil para determinar la gravedad de éste. Se puede objetivar de dos maneras diferentes: 1) la más precisa es *el cociente PaO₂/FiO₂ o índice PaFi*, para lo que necesitamos conocer la presión parcial de oxígeno (PaO₂) en sangre arterial, pero no es accesible en el medio extrahospitalario al no poder realizar gasometrías. 2) La segunda, más habitual y no invasiva es *el cociente SpO₂/FiO₂ o índice SaFi*

que se obtiene con la monitorización transcutánea de la saturación pulsioximétrica de la hemoglobina (SpO_2).

Por lo tanto, la SaFi es muy útil si no disponemos de una gasometría arterial, tal y como ocurre en el medio extra-hospitalario.

Tabla 2. Correlación índice PaFi y SaFi.

Fuente: Critical Med. 2017; 45:1317-1324

INSUFICIENCIA RESPIRATORIA AGUDA
Cálculo de PaFi y SaFi según $SatO_2$ y FiO_2

		SatO ₂ paciente											
		85%	88%	90%	92%	94%	95%	96%	97%	98%	99%		
FiO ₂ administrada	21%	238 405	262 419	295 428	305 438	338 448	362 452	390 457	433 462	495 467	628 471	21%	
	24%	208 354	229 367	246 375	267 383	296 392	317 396	342 400	379 404	433 408	550 412	24%	
	26%	192 327	212 338	227 346	246 354	273 361	292 365	315 369	350 373	400 377	508 381	26%	
	28%	179 304	196 314	211 321	229 329	254 336	271 339	293 343	325 346	371 350	471 354	28%	
	31%	161 274	177 284	190 290	206 297	229 303	245 306	264 310	293 312	335 316	426 319	31%	
	35%	143 242	157 251	169 257	183 263	203 269	217 271	234 274	260 277	297 280	377 283	35%	
	40%	125 212	138 220	147 225	160 230	177 235	190 237	205 240	227 242	260 245	330 247	40%	
	45%	111 189	122 195	131 200	142 204	158 209	167 211	182 213	202 215	231 218	293 220	45%	
	50%	100 170	110 176	118 180	128 184	142 188	152 190	164 192	182 194	208 196	264 198	50%	
	60%	83 142	92 147	98 150	107 153	118 157	127 158	137 160	152 162	173 163	220 165	60%	
	70%	71 121	79 126	84 129	91 131	101 134	109 136	117 137	130 139	149 140	189 141	70%	
	80%	63 106	69 110	74 112	80 115	89 117	95 119	102 120	114 121	130 122	165 124	80%	
	90%	56 94	61 98	65 100	71 102	79 104	84 105	91 107	101 108	115 109	147 110	90%	
100%	50 85	55 88	59 90	64 92	71 94	76 95	82 96	91 97	104 98	132 99	100%		
		SatO ₂ paciente											
		85%	88%	90%	92%	94%	95%	96%	97%	98%	99%		

©FTR

PaFi
SaFi

Normal
LEVE

PaFi
SaFi

MODERADA

PaFi
SaFi

SEVERA

PaFi: PaO₂/FiO₂ (estimación PaO₂ según Crit Care Med, 2017; 45: 1317-1324)
SaFi: SatO₂/FiO₂

Estudios retrospectivos^{3,4} como el de Rice et al⁴ han determinado que la relación

SpO_2/FiO_2 de 315 equivale a PaO_2/FiO_2 de 300

La SaFi será muy útil en paciente con sospecha de SDRAs: Los valores normales del índice SaFi se encuentran en torno a 450-500. El SDRAs puede ser leve entre 320-450, moderado entre 320-150 o grave < 150.

Tabla 3: Correlación de gravedad según los valores del índice SaFi

Índice SaFi o cociente SatO ₂ /FiO ₂	Valores	Tipo de Ventilación
Normal	450-500	-----
SDRA leve	320-450	Oxigenoterapia
SDRA moderado	150-319	Ventilación Mecánica No Invasiva
SDRA grave	<150	Ventilación Mecánica Invasiva

Calculadora del índice SaFi:

<https://www.rccc.eu/protocolos/SpFi.html>

Cálculo de las necesidades de oxígeno

Otro aspecto muy importante en el medio extrahospitalario es el cálculo del oxígeno que nos queda y el que se va a consumir:

1. Para calcular el tiempo que nos queda de O₂ utilizamos la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen disponible} = (\text{Volumen total}) - (\text{Volumen residual})$$

- ▶ Volumen total = (Volumen total del envase) x (Presión actual del envase)
- ▶ Volumen residual = (Volumen total del envase) x (Presión que nos indica el servicio de recarga o fabricante de la bala)

La presión residual depende de la recarga o fabricante, normalmente suele ser en torno a 20 ó 30 bares.

p.e: Volumen total = 10 Litros X 200 b = 2000 Litros

Volumen residual = 10 Litros X 20 b = 200 Litros

Volumen disponible = 2000 Litros – 200 litros = 1800 Litros

Tiempo (minutos) = (Vol. disponible de O₂) / (Caudal de oxígeno)

p.e: Tiempo = (1800 ml) / (15 ml) = 120 minutos ó 2 horas

Se muestra en las siguientes tablas 4,5 y 6 el tiempo de duración de la bala en función al tamaño de la bala, los bares disponibles y el consumo de oxígeno (L/min).v

**Tabla 4: cálculo de duración (min).
en bala de oxígeno de 2 litros.**

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA112

BAR	Total Litros	2 l/min.	3 l/min.	6 l/min.	9 l/min.	12 l/min.	15 l/min.
25	5	0h 05m	0h 03m	0h 02m	0h 01m	0h 01m	0h 01m
50	30	0h 30m	0h 20m	0h 10m	0h 07m	0h 05m	0h 04m
75	55	0h 55m	0h 37m	0h 18m	0h 12m	0h 09m	0h 07m
100	80	1h 20m	0h 53m	0h 27m	0h 18m	0h 13m	0h 11m
125	105	1h 45m	1h 10m	0h 35m	0h 23m	0h 18m	0h 14m
150	130	2h 10m	1h 27m	0h 43m	0h 29m	0h 22m	0h 17m
175	155	2h 35m	1h 43m	0h 52m	0h 34m	0h 26m	0h 21m
200	180	3h 00m	2h 00m	1h 00m	0h 40m	0h 30m	0h 24m
225	205	3h 25m	2h 17m	1h 08m	0h 46m	0h 34m	0h 27m

**Tabla 5: cálculo de duración (min).
en bala de oxígeno de 5 litros.**

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA112

BAR	Total Litros	2 l/min.	3 l/min.	6 l/min.	9 l/min.	12 l/min.	15 l/min.
25	5	0h 13m	0h 08m	0h 04m	0h 03m	0h 02m	0h 02m
50	30	1h 15m	0h 50m	0h 25m	0h 17m	0h 13m	0h 10m
75	55	2h 18m	1h 32m	0h 46m	0h 31m	0h 23m	0h 18m
100	80	3h 20m	2h 13m	1h 07m	0h 44m	0h 33m	0h 27m
125	105	4h 23m	2h 55m	1h 28m	0h 58m	0h 44m	0h 35m
150	130	5h 25m	3h 37m	1h 48m	1h 12m	0h 54m	0h 43m
175	155	6h 28m	4h 18m	2h 09m	1h 26m	1h 05m	0h 52m
200	180	7h 30m	5h 00m	2h 30m	1h 40m	1h 15m	1h 00m
225	205	8h 33m	5h 42m	2h 51m	1h 54m	1h 25m	1h 08m

Tabla 6: cálculo de duración (min). en bala de oxígeno de 10 litros.

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA112

BAR	Total Litros	2 l/min.	3 l/min.	6 l/min.	9 l/min.	12 l/min.	15 l/min.
25	5	0h 25m	0h 17m	0h 08m	0h 06m	0h 04m	0h 03m
50	30	2h 30m	1h 40m	0h 50m	0h 33m	0h 25m	0h 20m
75	55	4h 35m	3h 03m	1h 32m	1h 01m	0h 46m	0h 37m
100	80	6h 40m	4h 27m	2h 13m	1h 29m	1h 07m	0h 53m
125	105	8h 45m	5h 50m	2h 55m	1h 57m	1h 28m	1h 10m
150	130	10h 50m	7h 13m	3h 37m	2h 24m	1h 48m	1h 27m
175	155	12h 55m	8h 37m	4h 18m	2h 52m	2h 09m	1h 43m
200	180	15h 00m	10h 00m	5h 00m	3h 20m	2h 30m	2h 00m
225	205	17h 05m	11h 23m	5h 42m	3h 48m	2h 51m	2h 17m

2. Los L/min de O₂ que se consumirán dependerá de la terapia ventilatoria usada con el paciente:
 - ▶ Oxigenoterapia convencional: [ver Tabla 1](#)
 - ▶ Ventilación mecánica tanto no invasiva como invasiva: aunque varía según la programación del ventilador considerar un consumo de 15 l/min.



A recordar | Puntos clave

- Los sistemas para aportar oxígeno a un paciente se clasifican en función a la FiO_2 y el caudal que pueda aportar el dispositivo.
- El índice SaFi (SpO_2/FiO_2) se obtiene a través de la pulsioximetría transcutánea.
- El índice SaFi (SpO_2/FiO_2) se correlaciona con el índice PaFi (PaO_2/FiO_2).
- El índice SaFi (SpO_2/FiO_2) es muy útil para determinar la gravedad de la insuficiencia respiratoria aguda y la terapia ventilatoria que se va a aplicar.
- Un aspecto muy importante en el medio extrahospitalario al aplicar una terapia respiratoria en el paciente con IRA es el cálculo de las necesidades de O_2 .

Bibliografía

1. Jimenez Méndez C. Oxigenoterapia y ventilación en: Sanz R, García S y Martí David. Manual de Urgencias Cardiovasculares. Ed Sociedad Castellana de Cardiología; 2021. p 14-27.
2. Andres Gasco M. Índice SaFi [Internet]. Índice SAFi (linkedin.com) 2020 [citado 11 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://es.linkedin.com/pulse/%C3%ADndice-safi-miguel-andr%C3%A9s-gasco>
3. Brown SM, Duggal A, Hou PC, Tidswell M, Khan A, Exline M, Park PK, et al. Nonlinear Imputation of PaO₂/FIO₂ From SpO₂/FIO₂ Among Mechanically Ventilated Patients in the ICU: A Prospective, Observational Study. Crit Care Med. 2017. 45(8):1317-1324. doi: 10.1097/CCM.0000000000002514. PMID: 28538439; PMCID: PMC5511089
4. Rice TW, Wheeler AP, Bernard GR, Schoenfeld DA, Ware L.B . Comparison of the SpO₂/FIO₂ ratio and the PaO₂/FIO₂ ratio in patients with acute lung injury or ARDS. Chest. 2007; 132(2):410–417. [PubMed: 17573487].
5. ARDS Definition Task Force. Ranieri VM, Rubenfeld GD, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition. JAMA. 2012; 307(23):2526–2533. [PubMed: 22797452]
6. Vincent JL, Moreno R, Takala J, et al. The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. On behalf of the Working Group on Sepsis-Related Problems of the European Society of Intensive Care Medicine. Intensive Care Med. 1996; 22(7):707–710. [PubMed: 8844239]
7. Garland A, Connors AF Jr. Indwelling arterial catheters in the intensive care unit: necessary and beneficial, or a harmful crutch? Am J Respir Crit Care Med. 2010; 182(2):133–134. [PubMed: 20634498]
8. Garland A. Arterial lines in the ICU: a call for rigorous controlled trials. Chest. 2014; 146(5):1155–1158. [PubMed: 25367469] .
9. Bloom BM, Grundlingh J, Bestwick JP, et al. The role of venous blood gas in the emergency department: a systematic review and meta-analysis. Eur J Emerg Med. 2014; 21(2):81–88. [PubMed: 23903783]
10. Pandharipande PP, Shintani AK, Hagerman HE, et al. Derivation and validation of SpO₂/FiO₂ ratio to impute for Pao₂/Fio₂ ratio in the respiratory component of the Sequential Organ Failure Assessment score. Crit Care Med. 2009; 37(4):1317–1321. [PubMed: 19242333]
11. Khemani RG, Patel NR, Bart RD 3rd, et al. Comparison of the pulse oximetric saturation/fraction of inspired oxygen ratio and the PaO₂/fraction of inspired oxygen ratio in children. Chest. 2009; 135(3):662–668. [PubMed: 19029434]

Oxigenoterapia convencional

12. Khemani RG, Thomas NJ, Venkatachalam V, et al. Comparison of SpO₂ to PaO₂ based markers of lung disease severity for children with acute lung injury. *Crit Care Med*. 2012; 40(4):1309–1316. [PubMed: 22202709]
13. Thomas NJ, Shaffer ML, Willson DF, et al. Defining acute lung disease in children with the oxygenation saturation index. *Pediatr Crit Care Med*. 2010; 11(1):12–17. [PubMed: 19561556]
14. Lobete C, Medina A, Rey C, et al. Correlation of oxygen saturation as measured by pulse oximetry/fraction of inspired oxygen ratio with Pao₂/fraction of inspired oxygen ratio in a heterogeneous sample of critically ill children. *J Crit Care*. 2013; 28(4):538 e531–537.
15. Brown SM, Grissom CK, Moss M, et al. Nonlinear Imputation of Pao₂/Fio₂ From SpO₂/FiO₂ Among Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome. *Chest*. 2016; 150(2):307–313. [PubMed: 26836924]
16. Ellis RK. Determination of PO₂ from saturation. *Journal of applied physiology*. 1989; 67(2):902. [PubMed: 2793692]



Ventilación con balón resucitador

Índice de capítulo

Definición	68
Indicaciones	68
Contraindicaciones	69
Partes del resucitador manual	69
Técnica de uso y ventilación	73
Dificultades	79
Comprobación de la eficacia de la ventilación	79
Monitorización del paciente	80
Limpieza del balón resucitador	80
A recordar Puntos clave	81

Ventilación con balón resucitador

*Soledad Gómez de la Oliva
Joaquín Antonio Rendo Murillo
Raquel Lafuente Sáenz
Gema Borge Toledano
Jose Miguel Lafuente Durá*

La ventilación con balón resucitador (conocida coloquialmente como “ventilación con ambú”), es una técnica de ventilación manual que está indicada en determinadas situaciones. Como veremos más adelante, requiere poco aparataje y que si se realiza técnicamente, de forma adecuada, va a proporcionar una oxigenación óptima a nuestros pacientes.

La palabra AMBU® es el acrónimo del inglés de *Airway Mask Bag Unit*, traducido como máscara única para la vía aérea. Su utilización se realiza, fundamentalmente, como parte de las maniobras de soporte vital avanzado (SVA).

Imagen 1 : Balón resucitador.

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA 112



Definición

La ventilación manual con ventiladores/resucitadores manuales consiste en la aplicación de una presión positiva, de forma intermitente, a un paciente. Para ello se utiliza un resucitador manual (ambu®) que puede conectarse a :

- Una mascarilla, con la que se sella nariz y boca del paciente considerándose un dispositivo de bajo flujo.
- O al tubo endotraqueal o un dispositivo supraglótico, considerándose entonces un dispositivo de alto flujo.

Indicaciones

Su uso se acota a aquellas situaciones en las que, tras realizar la apertura y desobstrucción de la vía aérea, no se mantiene una respiración adecuada por parte del paciente.

Ventilación con balón resucitador

Situaciones de emergencia como apnea, bradipnea, insuficiencia respiratoria grave o paro respiratorio inminente.

En los momentos previos al aislamiento de la vía aérea, en los que se debe preventilar/oxigenar a los pacientes.

En su utilización se debe tener en cuenta las limitaciones debidas al riesgo de transmisión infecciosa por aerosoles, tal y como se describen en otros apartados: [ver recomendaciones de ventilación en pacientes COVID-19](#).

Contraindicaciones

Está indicado en todas las situaciones descritas anteriormente incluyendo los casos de :

- sospecha de ruptura de la vía aérea y/o
- existencia de fístula traqueoesofágica.

Es controvertido su uso en el medio extrahospitalario en enfermedades infectocontagiosas por la alta generación de aerosoles.

Partes del resucitador manual

Imagen 2: Partes del balón resucitador.

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA 112





- Balón autohinchable, cámara de aire o bolsa. Suele tener forma ovalada. En ella se acumula el aire que se administra al apretar la bolsa y se auto-infla cuando se deja de apretar. Encontramos bolsas de diferente volumen para adaptarse mejor a la población sobre la que se va a usar.

Tabla 1: Tamaños del balón resucitador.

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA 112

Tipo de Bolsa	Volumen bolsa	Vt suministrado	Indicacion	Foto
Adulto	1200-1600 ml	700 ml	>2 años y adultos	
Niños	450-500 ml	450 ml	R.N a término hasta 2 años	
Neonatos	250 ml	150 ml	Prematuros	

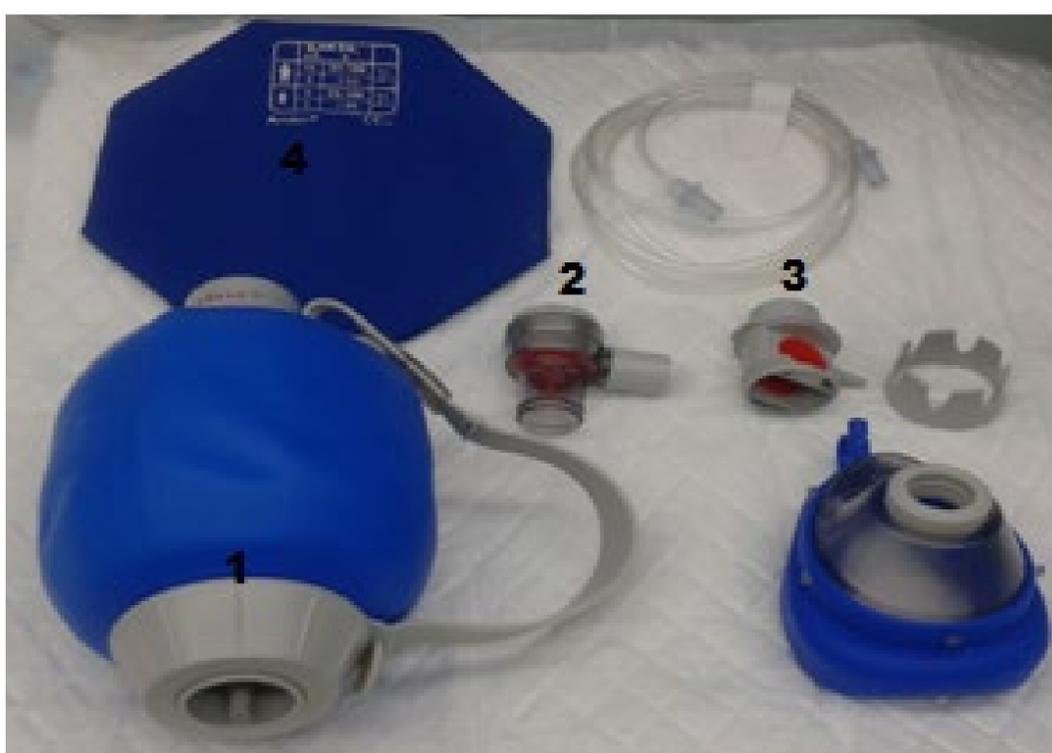
Legenda: R.N: recién nacidos

El balón consta, a su vez, de varias partes (Imagen 3) :

- **Válvula de admisión o entrada** (1)
- **Válvula del paciente** (2)
- **Válvula reservorio** (3)
- **Reservorio de aire** (4): se llena de oxígeno mientras el paciente está exhalando y de esta manera conseguiremos que el paciente reciba una mayor concentración de oxígeno.

Imagen 3: Tipos de válvulas del balón resucitador.

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA112



- **Máscara facial:**

Las máscaras deben ajustarse a la cara del paciente, por lo que su tamaño se debe adecuar a esta. Para seleccionar el tamaño adecuado de la máscara :

- ▶ La colocaremos sobre la cara del paciente.
- ▶ La máscara debe ocluir la nariz y la boca del paciente, desde el puente nasal hasta el surco de la barbilla sin dañar los ojos.
- ▶ Ajustar bien la máscara a la cara para evitar fugas de aire.

El borde superior de la máscara debe descansar sobre el puente de la nariz sin que tape los ojos, cubriendo completamente nariz y boca. El borde inferior de la mascarilla se debe apoyar sobre el mentón.

Se aconseja que las máscaras sean transparentes, lo que nos ayudará a detectar vómitos o hemorragias.

Tipos de máscara :

- ▶ Redonda nº1: <6 meses.
- ▶ Triangulares nº 2, 3 y 4: > 6 meses.
- ▶ Triangulares nº 4 y 5: adulto.

Imagen 4: Diferentes mascarillas pediátricas para balón resucitador en SUMMA 112.

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA112



A continuación de la máscara siempre debe ir colocado un filtro intercambiador de calor y humedad (HME) desechable y detrás del filtro irá colocada la sonda de capnografía.

Imagen 5: Colocación de filtro y sonda de capnografía en el balón resucitador pediátrico.

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA112



- **Válvulas de obturación:** asegura que el aire espirado no retorne a la bolsa.

Se colocan, una en la conexión de la bolsa del reservorio con balón autohinchable y la otra en la conexión de la máscara con el balón autohinchable.

Puede usarse, también, una válvula PEEP cuyo objetivo es mantener la presión positiva y el volumen al final de la espiración. Esta válvula va a facilitar el reclutamiento alveolar protegiendo al pulmón. Hay que ser cuidadosos en los pacientes hipotensos ya que el uso de PEEP disminuye el gasto cardíaco

Imagen 6: Válvula PEEP colocada en el balón resucitador pediátrico.

Fuente: Comisión de Ventilación del SUMMA112



Esta válvula PEEP se ajusta directamente a la válvula del resucitador sin conectores adicionales.

Técnica de uso y ventilación

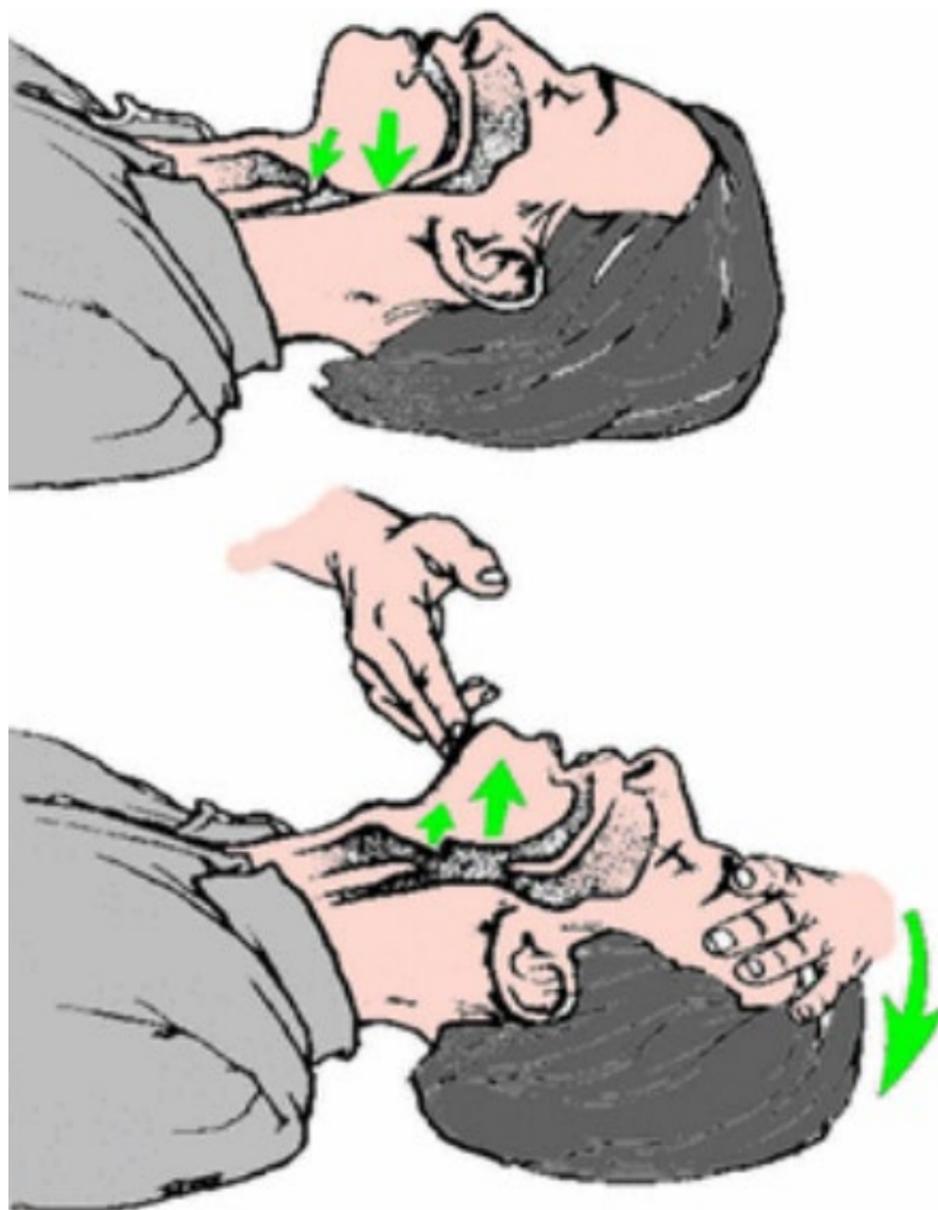
1. Lavado de manos y colocación de guantes de protección.
2. Reanimador en la parte posterior de la cabeza del paciente.

3. Paciente en decúbito supino. Se debe alinear la vía aérea superior para garantizar la correcta apertura de la vía aérea para el paso del aire. Esta maniobra es diferente en función de la **edad** del paciente.

- Lactante, colocación en posición neutra.
- Niños > 1 año, colocación en posición de olfateo (leve extensión cervical, si no está contraindicada).
- Adultos:
 - ▶ Sin sospecha de lesión cervical. *Maniobra frente-mentón*: el paciente será colocado en posición de olfateo alineando el conducto auditivo externo con la escotadura del esternón. Para ello mantendremos una mano sobre la frente en posición neutra/olfateo y con el 2º-3º dedos de la mano dominante traccionamos de la mandíbula hacia atrás (elevación de la mandíbula), sin presionar en partes blandas.

Imagen 7: Maniobra frente-mentón.

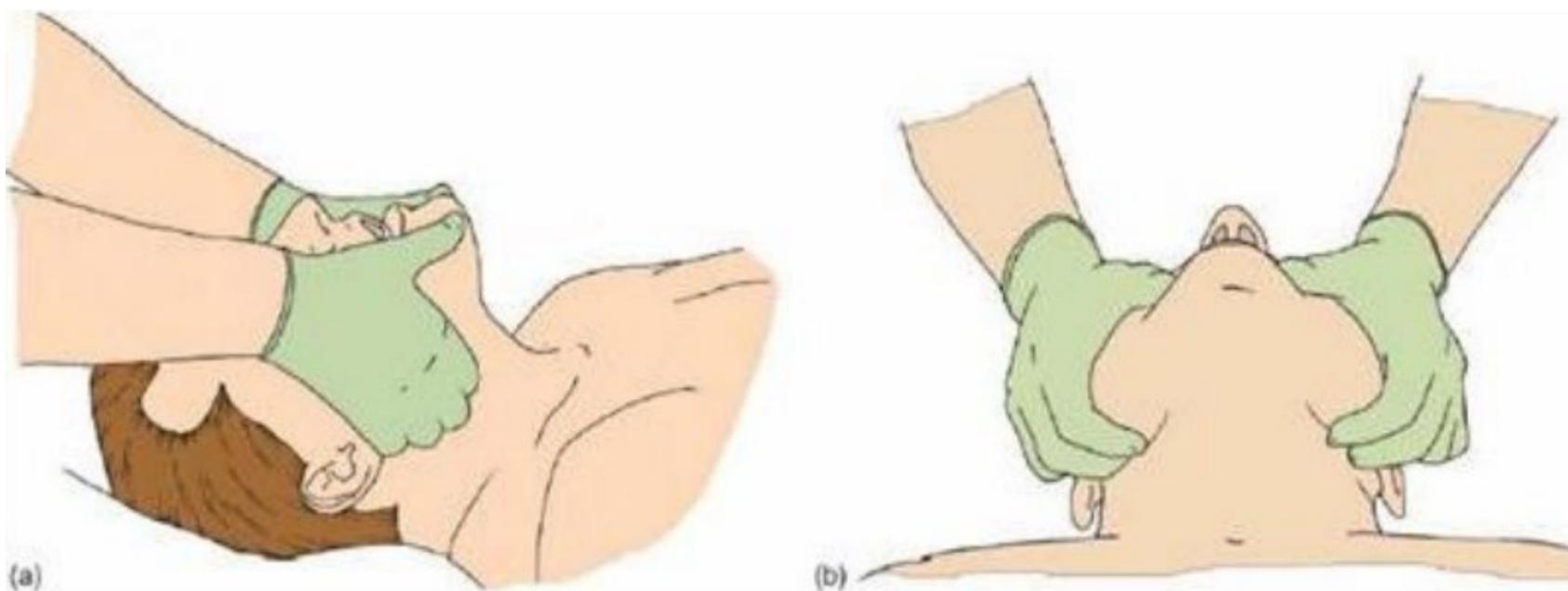
Fuente: MANEJO DE LA VÍA AÉREA E INTUBACIÓN OROTRAQUEAL
(simulacionymedicina.es)



- ▶ Con sospecha de lesión cervical (inmovilización cervical). *Maniobra tracción mandibular*: El paciente será colocado en posición de olfateo alineando el conducto auditivo externo con la escotadura del esternón, para ello mantendremos una mano sobre la frente en posición neutra/olfateo introduciremos el pulgar de la mano dominante dentro de la boca y traccionamos de la mandíbula hacia arriba.
- ▶ Con sospecha de lesión cervical y subluxación mandibular: se colocan las palmas de las manos en la zona occipito-parietal de ambos lados y el índice se posiciona en el ángulo mandibular. Con el resto de los dedos se desplaza la mandíbula arriba y hacia delante, quedando la boca ligeramente abierta y los dientes por delante del maxilar superior. Los pulgares han de quedar sobre el labio inferior, facilitando la apertura de la boca.

Imagen 8: Maniobra de subluxación mandibular.

Fuente: MANEJO DE LA VÍA AÉREA E INTUBACIÓN OROTRAQUEAL
(simulacionymedicina.es)



4. Retirar las prótesis dentales móviles, si las hubiese.
5. Comprobar que no hay cuerpos extraños o mucosidad en la vía aérea. Aspirar si fuese necesario.
6. Colocar una cánula orofaríngea al paciente, para facilitar la apertura de la vía aérea, seleccionando el tamaño de esta en función de la edad.

Ventilación con balón resucitador

7. Elegir el tamaño de la bolsa de ventilación y de la máscara, en función de la edad y facies del paciente.
8. Comprobar que el ventilador manual está correctamente conectado y montado.
 - Si la mascarilla tiene rodete para inflar, comprobar que este está correctamente inflado y que se adaptará bien a la anatomía facial del paciente.
 - Comprobar que el funcionamiento de la válvula es correcto.
9. Conexión a fuente de oxígeno a 15 lpm.
10. Sellar la mascarilla a la cara del paciente.
 - Un solo reanimador : técnica C-E. Colocar la mascarilla verticalmente sobre la cara. El dedo pulgar se apoya en la zona nasal de la mascarilla y el índice sobre la zona de la barbilla (C). El tercer dedo levanta la barbilla y el cuarto la mandíbula. El quinto dedo queda colocado en el ángulo mandibular (E).

Imagen 9: Sujeción máscara facial por un solo reanimador.

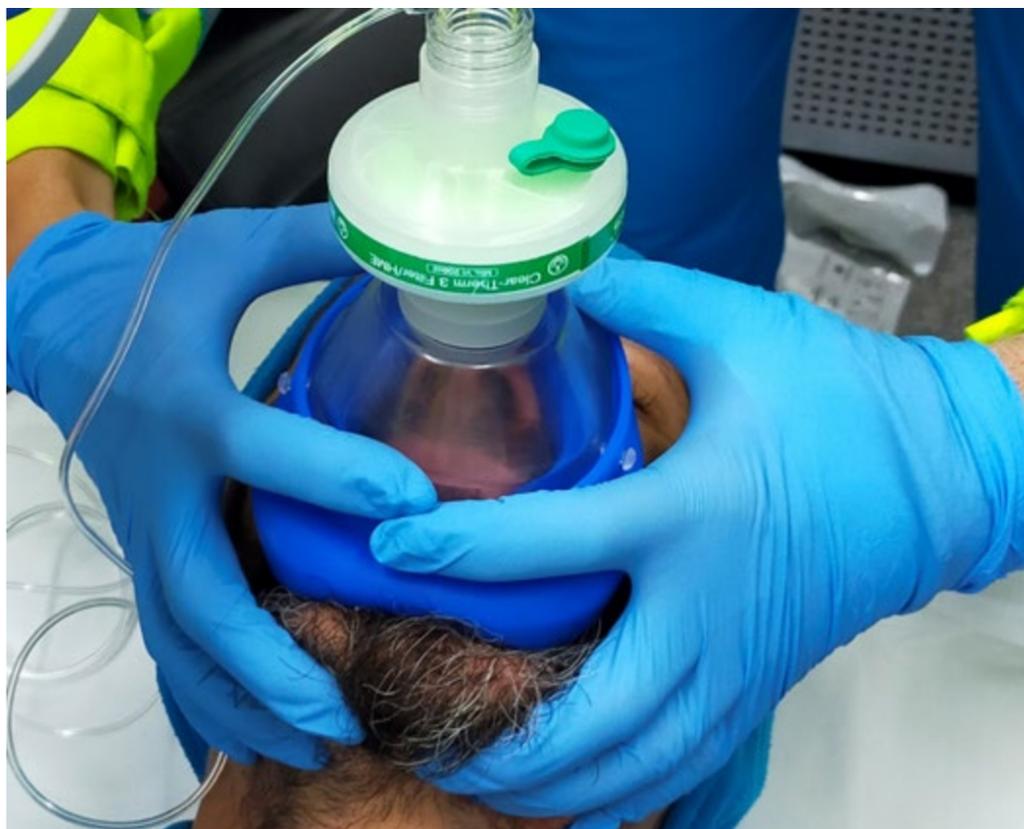
Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA112



- Dos reanimadores: uno de ellos debe utilizar ambas manos para abrir la vía aérea y sostener la mascarilla.

Imagen 10 : Sujeción máscara facial por un reanimador mientras el otro sujeta el balón resucitador.

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA112



11. Insuflación de aire

- Un solo reanimador : con una mano sellamos la máscara a la facies del paciente y con la mano libre realizaremos las insuflaciones de aire. La insuflación debe ser de aproximadamente la mitad del volumen del balón autohinchable. Intentaremos evitar la hiper/hipoinsuflación.

Imagen 11 : Sujeción y manejo del balón resucitador por un solo reanimador.

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA112



- Dos reanimadores : un reanimador sujetará la máscara sellándola perfectamente sobre la facies del paciente, mientras el otro insuflará aire apretando el balón autohinchable. Con esta técnica se consigue una ventilación más fácil y eficaz. Intentaremos evitar la hiper/hipoinsuflación.

Imagen 12 : Sujeción y manejo del balón resucitador por dos reanimadores.

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA112



12. Si el paciente está intubado: se conecta el balón autohinchable al tubo endotraqueal y, mientras se sujeta el tubo con una mano, con la otra se comprime la bolsa.
13. Frecuencia de ventilación:
 - Neonato: 40-60 respiraciones por minuto (rpm).
 - 0-6 meses: 30-40 rpm.
 - 6 meses-2 años: 25-30 rpm.
 - 2-5 años: 20-25 rpm.
 - 5-10 años: 15-20 rpm.
 - > 10 años: 15 rpm.

Ventilación con balón resucitador

- Relación I:E de 1:2.
 - En parada cardiorrespiratoria sincronizar con el ritmo de las compresiones.
14. Volúmenes de insuflación :
- Adultos 500 – 700 ml (aproximadamente la mitad del volumen del balón de resucitación).
 - Niños 450 ml (hasta 2 años).
 - Neonatos 150 ml.

Dificultades

- Las derivadas de la deformidad de la anatomía facial del paciente: traumatismo facial o propias del individuo.
- Las derivadas del propio paciente: obesidad, barba espesa, dentadura deficiente.
- Patología cervical.

Comprobación de la eficacia de la ventilación

- Observar la expansión del tórax en cada insuflación.
- Evitar la hiperventilación : frecuencia y o compresión excesiva, ya que las consecuencia para el paciente serían :
 - Distensión gástrica.
 - Aumento de la presión intratorácica.
 - Disminución de la perfusión coronaria.
 - Disminución de la perfusión cerebral.
 - Disminución del gasto cardíaco.
- Riesgo de broncoaspiración.
- Auscultación de campos pulmonares.
- Comprobar la capnometría.

Monitorización del paciente

- Oximetría de pulso.
- Capnografía/capnometría.

Limpieza del balón resucitador

- Desmontar todas las piezas y limpiar con agua y jabón.
- Aclarar abundantemente.
- Realizar desinfección química mediante inmersión en ácido peracético (perasafe®) diluido como pauta las instrucciones de uso de la marca comercial.
- Dejar en inmersión el tiempo indicado por las instrucciones de la marca comercial (según se haya realizado la dilución).
- Sacar y aclarar abundantemente con agua.
- Secado y montaje de las piezas.
- Guardar cuidadosamente



A recordar | Puntos clave

- **Según la edad** del paciente se usará un balón resucitador específico con diferente volumen de bolsa autohinchable.
- El **balón resucitador indicado en**
 - 1) adultos es de 1200-1600 ml,
 - 2) niños 450-500 ml y
 - 3) neonatos 250 ml.
- Los **volúmenes de insuflación** indicados son:
 - 1) adultos 500 – 700 ml,
 - 2) niños (hasta 2 años) 450 ml y
 - 3) neonatos 150 ml.
- Según la edad del paciente se usará una **mascarilla del balón resucitador** específica: redondas hasta 6 meses y triangulares a partir de 6 meses . Entre 6 meses y 1 año se puede usar la redonda o triangular en función a la facies del niño.
- Siempre que se utilice el balón resucitador hay que **desmontarlo** para **limpieza** (retirando con un cepillo los restos biológicos) y desinfección (realizando inmersión en ácido peracético).

Bibliografía

1. Ambu. La bolsa Ambu original. Firma Ambu S.L. p. 1-8.
2. Borrás R. Control de la vía aérea. Barcelona: Hospital Universitari Quirón Dexeus. p. 1-16.
3. Cabello Villarreal C, Florez Almonacid CI, Ortiz Muñoz D, Romero Bravo A. Ventilación con bolsa-válvula-mascarilla (BVM). Córdoba: Hospital Universitario Reina Sofía; 2011. p. 1-6.
4. Ventilación con Bolsa-Mascarilla. Osakidetza. 15/10/2018.
5. Pueyo Val J. Capítulo 2: Control de la vía aérea. Ventilación y oxigenación. Grupo docente del 061 Aragón. p. 15-37.
6. Salud Madrid. Ventilación asistida con resucitador manual y mascarilla. Madrid: Hospital General Universitario Gregorio Marañón; 2013. p. 1-3.
7. SAMUR-Protección Civil. Manual de Procedimientos SAMUR-Protección Civil. Madrid SAMUR-Protección Civil; 2021.
8. Semicyuc. Manejo de la vía aérea y de la ventilación. Programa de emergencia y resucitación. Madrid: Semicyuc, Plan Nacional de RCP. p. 1-62.
9. S. Galarreta Aperte. Módulo 2. Manejo Avanzado de la Vía aérea. Experto en Técnicas de enfermería en la atención al Paciente Crítico. Editorial Médica Panamericana.
10. L. A. Alonso Garcia. Mejorando las habilidades en ventilación y oxigenación en situaciones de emergencia. CS Monterozas. Las Rozas. Madrid.
11. AmbuR Resucitadores de silicona oval. Hoja técnica. Ambu S.L.
12. D. Habrat. Como hacer ventilación con máscara AMBU. Manual MSD Cuidados críticos para profesionales. 2019.
13. Ralston ME. Basic airway management in children. Section Editors: Gary R Fleisher. Editor: Wiley JF. UpToDate. Literature review current through: Jul 2018. This topic last updated: Jan 03, 2018. Disponible en: <https://www.uptodate.com/contents/searc>
14. De la Calle E, Fernández S. Ventilación con bolsa y mascarilla. En: Benito J. Mintegi S., et al, editores. Urgencias Pediátricas. Guía de actuación. Madrid : Editorial Panamericana; 2015.p 246-251.
15. D. Habrat. Maniobras de elevación del mentón y empuje de la barbilla. Manual MSD Cuidados críticos para profesionales. 2019
16. V. Moll , Establecimiento y control de la Vía aérea. Manual MSD Cuidados críticos para profesionales. Abril 2020.



Ventilación mecánica no invasiva

Índice de capítulo

Definición:	84
Diferencias entre la Ventilación Mecánica Invasiva (VMI) y no invasiva	85
Efectos de la VMNI	86
Indicaciones, contraindicaciones y efectos adversos de la VMNI	87
Indicaciones VMNI	87
Criterios inclusión	87
Contraindicaciones VMNI	88
Efectos adversos de la VMNI	88
Modos ventilatorios en la VMNI	89
Indicaciones de la CPAP	89
Indicaciones de la BiPAP	90
Características de la CPAP y BiPAP	91
Programación de la VMNI	91
Interfaces	91
Tipos	92
Interfaces y fungibles disponibles en el SUMMA 112	93
Interfaces	93
Tubuladura	94
Flujo de gas	94
Preparación del material para aplicar VMNI	95
A recordar Puntos clave	97

Ventilación mecánica no invasiva

Ana Rubio Riballo

Óscar Carrillo Fernández

Cristina Horrillo García

Definición:

La ventilación mecánica no invasiva (VMNI) consiste en:

- Administrar un soporte ventilatorio controlado por presión.
- Con volumen variable.
- Aplicado a un paciente consciente.
- A través de una interfaz, máscara o casco.

Diferencias entre la Ventilación Mecánica Invasiva (VMI) y no invasiva

Tabla 1 : Diferencias entre VMI y VMNI.

Fuente : Comisión de Ventilación SUMMA 112.

VM invasiva	VM no invasiva
Soporte total ventilatorio	Necesita respiración espontánea
Paciente inconsciente	Paciente consciente
Se aplica a través de tubo endotraqueal	Se aplica a través de interface
Necesita secuencia IOT	NO necesita IOT
Pérdida de defensa vía aérea	Mantiene defensa la vía aérea
Necesita UCI siempre	NO necesita UCI
Selección de pacientes	Útil para techo terapéutico
Técnica complicada	Técnica sencilla y poco agresiva
Más riesgo de neumonía y daño por la ventilación	Menor daño asociado a ventilación
Ambas necesitan ventilador mecánico, conector ("latiguillo"), bala de O ₂ y tubuladura	

Leyenda: VM: ventilación mecánica; IOT; intubación orotraqueal; UCI: Unidad de Cuidados Intensivos; O₂: Oxígeno.

Efectos de la VMNI:

Tabla 2: Efectos de la VMNI.

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA 112

Efectos fisiológicos de la ventilación mecánica no invasiva	
Oxigenación	<p>↑PEEP (CPAP) produce mayor reclutamiento alveolar = ↑ SpO₂= mejora la oxigenación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de las zonas de intercambio alveolocapilar. • Aumento de las zonas ventiladas antes colapsadas. • ↑ CRF mejorando la relación V/Q, el shunt y la distensibilidad pulmonar. • Con PEEP de 5 mbar se contrarresta el efecto auto PEEP en EPOC.
Ventilación	<p>↑PEEP + Psop/IPAP (BiPAP) elimina mejor el CO₂ = ↑ SpO₂ + ↓CO₂ = mejora la ventilación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elimina el CO₂ • Aumenta el Volumen Tidal
Efectos hemodinámicos	Disminuye tensión arterial y gasto cardiaco
Musculatura respiratoria	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce trabajo respiratorio • Alivia fatiga muscular

Leyenda: PEEP: Positive end-expiratory pressure o Presión espiratoria Positiva; CPAP: Continuous Positive Airway Pressure o presión positiva continua en la vía respiratoria; SpO₂:saturación de oxígeno capilar periférica; CRF: Capacidad Residual Funcional; V/P: relación Ventilación/Perfusión; EPOC:Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica; Psop: Presión de soporte; IPAP: presión inspiratoria positiva de las vías respiratorias; BiPAP: Bilevel Positive Airway Pressure o sistema de Bi-presión positiva; CO₂: dióxido de carbono.

Indicaciones, contraindicaciones y efectos adversos de la VMNI

Indicaciones VMNI

- Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) agudizada grave.
- Insuficiencia cardíaca descompensada grave (IC) o edema agudo de pulmón (EAP).
- Pacientes no reanimables (techo terapéutico).
- Crisis asmática moderada-grave.
- Retirada progresiva de la ventilación mecánica.
- Síndrome obesidad-hipoventilación.
- Post cirugía cardíaca o abdominal.

Criterios inclusión

Es indispensable que el paciente esté *consciente*, es decir, el paciente mantiene la respiración espontánea y la capacidad de defensa de la vía aérea.

El criterio de aplicar la terapia de VMNI en nuestro medio es *clínico* al no poseer en los recursos del SUMMA 112 (excepto en el CUE del Molar) capacidad para realizar gaseometría. En nuestro medio serán candidatos a VMNI los pacientes con:

- Gran trabajo respiratorio.
- Taquipnea > 25 respiraciones por minuto (rpm) en EPOC agudizado o taquipnea > 30 rpm en edema agudo de pulmón.
- $SpO_2 < 90\%$ con $FiO_2 > 50\%$ ó $SapO_2/FiO_2$ (Índice SaFI) < 320.
- No debe existir contraindicación para tratar con VMNI (Ver tabla 3)

Contraindicaciones VMNI

Tabla 3: Contraindicaciones de la VMNI.

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA 112

ABSOLUTAS	RELATIVAS
<ul style="list-style-type: none"> • Indicación directa IOT • Inestabilidad hemodinámica (TA < 90 mmHg + signos hipoperfusión) • IAM no controlado o TV • Glasgow < 9. Obstrucción completa de vía aérea sup. • Imposibilidad de usar interface • Traqueostomía • Neumotórax no drenado • Traumatismo torácico severo • Negativa del paciente 	<ul style="list-style-type: none"> • HDA activa • IQx esofágica o gástrica recientes • Secreciones abundantes • Acidosis en EPOC • Vómitos persistentes • Embarazo

Leyenda: IOT: Intubación Orotraqueal; TA: Tensión Arterial; IAM: Infarto Agudo de Miocardio; TV: Taquicardia Ventricular; HDA: Hemorragia Digestiva Alta; IQx: Intervención Quirúrgica; EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica; Sup : superior.

Efectos adversos de la VMNI

Los efectos adversos del uso de esta técnica los podemos dividir en tres apartados:

Tabla 4 : Efectos adversos en VMNI.

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA 112

Relacionadas con la interface	Relacionados con la presión	Complicaciones mayores (<5%)
<ul style="list-style-type: none"> -Incomodidad -Eritema facial -Claustrofobia -Rash acneiforme -Úlceras por presión 	<ul style="list-style-type: none"> -Fugas (80 - 100%) -Congestión nasal -Sequedad de mucosas -Irritación ocular -Dolor nariz y oído -Distensión abdominal 	<ul style="list-style-type: none"> -Broncoaspiración: aplicar a pacientes con un nivel de conciencia adecuado. -Hipotensión: reducir la presión inspiratoria. -Neumotórax: colocación de un tubo de drenaje.

Modos ventilatorios en la VMNI

Las dos modalidades ventilatorias habitualmente empleadas en la asistencia urgente son la CPAP y BiPAP.

- **CPAP** (Continuous Positive Airway Pressure): aplica **un nivel de presión** o una PEEP (Presión positiva al final de la espiración) durante todo el ciclo ventilatorio mejorando la oxigenación.
- **BiPAP** (Bi-Positive Airway Pressure) : aplica **doble nivel de presión** positiva en vía aérea. A la PEEP se le añade una IPAP (presión inspiratoria positiva) mejorando, además de la oxigenación, la ventilación.

Los ventiladores están continuamente evolucionando y elaborando nuevos modos en VMNI. Sin embargo, todos se basan en los mismos conceptos :

- un nivel de presión (CPAP).
- dos niveles de presión (BiPAP).

Es importante conocer nuestro respirador (Oxylog 300 plus®) y estar familiarizados con su terminología y diferencias con otros ventiladores.

La modalidad de VMNI utilizada para la EPOC agudizada grave es la BiPAP que en nuestro ventilador (Oxylog 300 plus®) se programaría en el botón de CPAP seleccionando PEEP + Presión de soporte al no tener opción de programar una IPAP.

Indicaciones de la CPAP

Este modo ventilatorio se aplica en Insuficiencia respiratoria aguda (IRA) hipoxémica provocada por la ocupación alveolar (por ejemplo: líquido en el edema agudo de pulmón o pseudo-ahogamientos, moco en la neumonía...).

La CPAP actúa sobre la oxigenación, no sobre la ventilación, por lo que no es útil en la IRA hipercápnica (EPOC agudizados, crisis asmáticas...).

Es importante remarcar que la CPAP no es equivalente a EPAP o PEEP pues se considera la presión durante todo el ciclo ventilatorio. Al hablar de EPAP o PEEP la presión sólo ocurre durante la espiración no en todo el ciclo ventilatorio.

Indicaciones de la BiPAP

Es útil en la IRA hipercápnica (“lava” o elimina el CO₂):

- EPOC agudizado grave.
- Asma grave.
- Retenedores CO₂.

También está indicada en IRA hipoxémica que no mejora con CPAP.

Tabla 5 : BiPAP y BIPAP en Oxylog 300 plus® .

Fuente : Comisión de Ventilación SUMMA 112

No confundir BiPAP con BIPAP

- BiPAP : con “i” minúscula. Modo de doble presión espontáneo.
- BIPAP : con “i” mayúscula. Modo asistido-controlado utilizado en la retirada de la ventilación invasiva.
- Modo Dräger PC-BIPAP : modo de ventilación invasiva modificado, doble presión con control de frecuencia respiratoria.

Características de la CPAP y BiPAP

Tabla 6 : Características de CPAP Y BiPAP.

Fuente : Comisión de Ventilación SUMMA 112

	CPAP	BiPAP
Nivel presión positiva	Un nivel presión: Continuo Constante Todo el ciclo respiratorio	Dos niveles de presión: IPAP (PEEP+ Psop) PEEP
Efecto	Mejora la oxigenación	Mejora oxigenación Mejora la ventilación
Indicaciones	IRA hipoxémica: - Edema agudo de pulmón - Neumonía. - Pseudo-ahogamientos	IRA hipercápnica: - EPOC agudizado, - Crisis asmática moderada-grave - Grandes retenedores. - IRA hipoxémica que no mejora con CPAP.

Leyenda: CPAP: Continuous Positive Airway Pressure o presión positiva continua en la vía respiratoria; BiPAP: Bilevel Positive Airway Pressure o sistema de BIpresión positiva; IPAP: presión inspiratoria positiva de las vías respiratorias; PEEP: Positive end-expiratory pressure o Presión espiratoria Positiva; IRA: Insuficiencia Respiratoria Aguda; EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica.

Programación de la VMNI:

[Ver programa de VMNI.](#)

Interfaces

Definición: sistema mediante el cual aplicamos ventilación al paciente a través de la tubuladura del ventilador, facilitando así la entrada del gas presurizado en la vía aérea durante la VMNI.

Tipos:

- Mascarilla nasal.
- Mascarilla oronasal.
- Mascarilla facial.
- Mascarilla facial total (Total-Face)
- Olivas (pillow) nasales.
- Pipeta bucal.
- Sistema Helmet.

La intolerancia a la interfaz es una de las principales causas de fracaso de la VMNI. No existe por el momento una interfaz ideal universal. La clave para seleccionar una u otra depende de las fugas y de las potenciales lesiones cutáneas.

La interfaz ideal sería aquella que cumpliera estas características:

- Ajustable adecuadamente a la anatomía del paciente.
- Ligera, indeformable y transparente.
- Fácil de ajustar y retirar.
- Hecha de un material no alérgico
- Que ofreciera la menor resistencia al flujo aéreo y con el menor espacio muerto posible.

En general, la mascarilla nasal es la mejor tolerada y podría ser la recomendable en caso de IRA leve o tras la mejoría clínica. Cuando la IRA es entre moderada y grave, se requiere un dispositivo nasobucal que permite utilizar mayores niveles de presión al minimizar la posibilidad de fugas. Se elegirá la interfaz del menor tamaño posible y que resulte confortable para el paciente.

Es preferible transigir con una fuga tolerable que no comprometa la ventilación ni la sincronización.

Interfaces y fungibles disponibles en el SUMMA 112

Interfaces :

- **Mascarilla o interface oronasal** : en adultos (imagen 1) y pediatría (imagen 2).

Imagen 1: interfaces en adulto del SUMMA112

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA112



Imagen 2: interfaces pediátricas del SUMMA112

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA112



- **Total Face** (imagen 3): en pacientes pediátricos < 6 meses o los que tienen hipoventilación central porque son incapaces de disparar el trigger inspiratorio.

Imagen 3: Total face pediátrica

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA112



Tubuladura

De rama única. Consta de:

- Una línea de presión que detecta la presión de retorno-soporte ofrecida.
- Un puerto exhalatorio que evita fenómenos de reinhalación de CO₂, permitiendo una salida de aire constante hacia el exterior.

La tubuladura es la misma para ventilación mecánica no invasiva que para la invasiva.

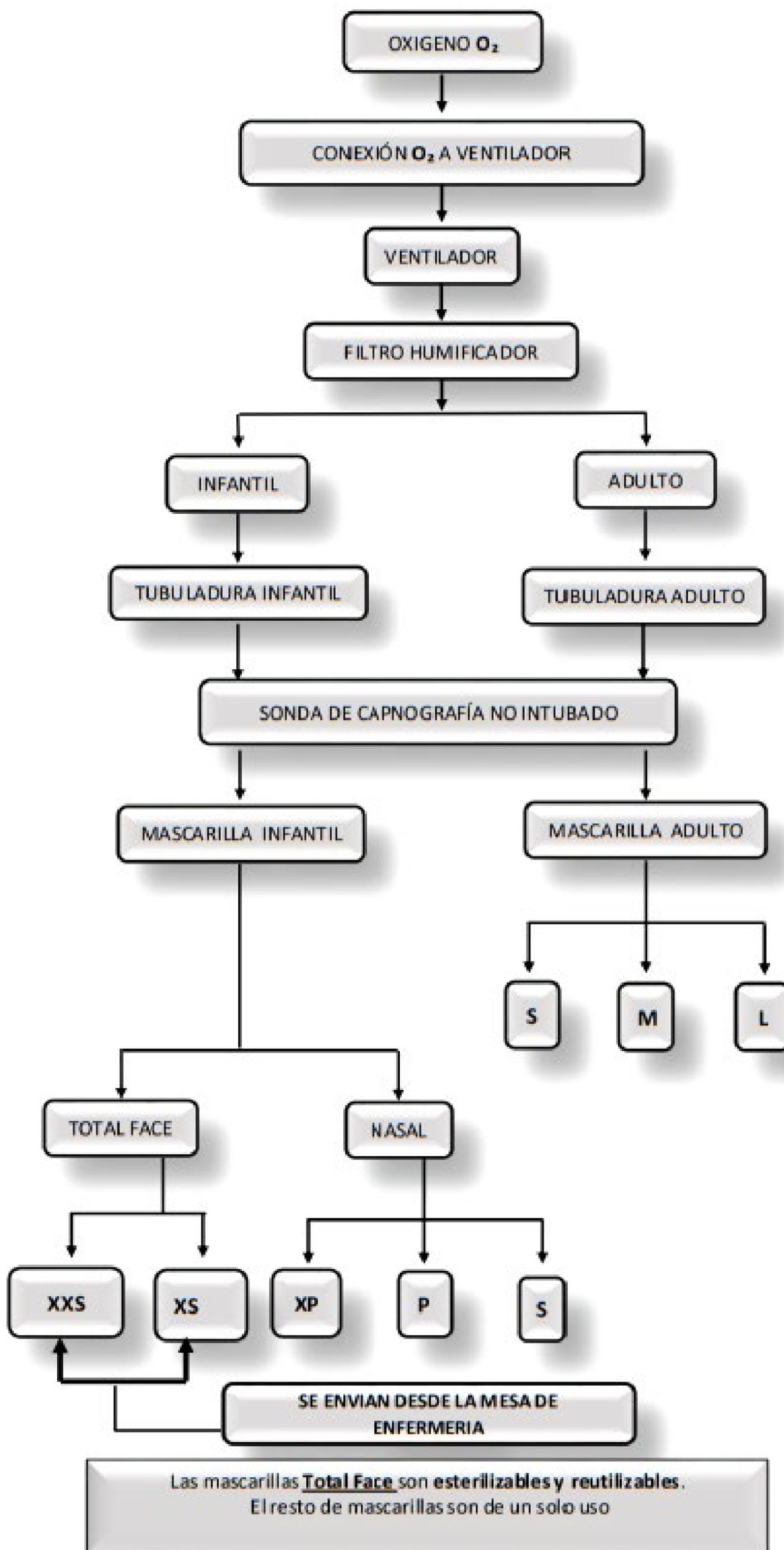
Flujo de gas

Es elevado, frío y seco (15°C, humedad absoluta 0,3 mg/l y humedad relativa 2 %). Para garantizar el confort del paciente y mantener las propiedades y la función mucociliar, suele ser suficiente un grado de humedad relativa del 100% a 30°C. Con estos parámetros el paciente tendrá una mejor tolerancia al tratamiento. Por lo general, se debería añadir humidificación cuando la VMNI se aplique durante más de 24h.

Preparación del material para aplicar VMNI

Tabla 7: Algoritmo de preparación de material para VMNI.

Fuente : Comisión de Ventilación SUMMA 112



Ventilación mecánica no invasiva

- Listado de material o “check list” para VMNI:
 - ▶ O₂ (mínimo 5 ltrs al 100 % de carga).
 - ▶ Conexión O₂ a ventilador (“latiguillo”).
 - ▶ Ventilador.
 - ▶ 2 filtros bacteriostáticos.
 - ▶ Tubuladura (adulto o infantil).
 - ▶ Sonda de capnografía.
 - ▶ Interfaces + plantilla medidora.

- Preparación del material para aplicar VMNI:
 - ▶ Seleccionar el tamaño adecuado de la interfaz (usar plantilla medidora).
 - ▶ Inflar la mascarilla con la perilla hasta un buen ajuste.
 - ▶ La interfaz se acopla a la tubuladura, la tubuladura al filtro y el filtro al ventilador (en caso de sospecha COVID-19 usar doble filtro: uno proximal y otro distal a la tubuladura).
 - ▶ Asegurarnos que todo está bien ajustado.
 - ▶ Abrir la fuente de O₂.
 - ▶ Programar el ventilador.
 - ▶ Explicar al paciente la terapia que se le va a aplicar.
 - ▶ Aplicar inicialmente la interfaz sin cinchas
 - ▶ Una vez que tolere la interface se aplicarán las cinchas y se comprobará que no existen fugas.



A recordar | Puntos clave

La ventilación mecánica no invasiva:

- **NO sustituye a la intubación orotraqueal**, sino que la precede, pero no debe sustituir a ésta si el paciente cumple criterios de VMI.
- **Reduce la frecuencia de ventilación mecánica invasiva** en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda.
- Es **techo terapéutico** en pacientes no reanimables (RCP). Incluso “contraindicada” se puede utilizar y con éxito.
- Fracasa en un 5-40%. Necesita **de personal** adecuadamente **formado y entrenado** que responda ante una secuencia de intubación rápida.
- Una **adecuada metodología** de inicio (explicación, posición, ajuste) y una **correcta selección de la interfaz** mejoran la tolerancia a la técnica.
- La **CPAP**: aplica una **PEEP** durante todo el ciclo respiratorio mejorando la oxigenación.
- La **BiPAP**: aplica una **PEEP+ IPAP** ó **Presión de soporte** mejorando la oxigenación y la ventilación.
- En el **Oxylog 300 plus®** (disponible en el SUMMA112) la **BiPAP** se programa **añadiendo a la PEEP una presión de soporte**, debido a que no entra entre sus opciones poder programar una IPAP.

Bibliografía

1. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. 2020. (Consultado 10-01-2021). Disponible en: www.goldcopd.org
2. Ponikowski P et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. Eur Heart J. 2016. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw128>
3. Rochwerg B et al. Official ERS/ATS clinical practice guidelines: Noninvasive ventilation for acute respiratory failure. Eur Respir J. 2017. <http://doi.org/10.1183/13993003.02426-2016>
4. Luján M et al. Sumario de recomendaciones y puntos clave del Consenso de las Sociedades Científicas Españolas (SEPAR, SEMICYUC, SEMES; SECIP, SENEo, SEDAR, SENP) para la utilización de la ventilación no invasiva y terapia de alto flujo con cánulas nasales en el paciente adulto, pediátrico y neonatal con insuficiencia respiratoria aguda grave. Med intensiva. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.medint.2020.08.016>
5. Berbenetz N et al. Non-invasive positive pressure ventilation (CPAP or bilevel NPPV) for cardiogenic pulmonary oedema. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2019. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005351.pub4>
6. Ferreyro BL et al. Association of Noninvasive Oxygenation Strategies With All-Cause Mortality in Adults With Acute Hypoxemic Respiratory Failure: A Systematic Review and Meta-analysis. JAMA. 2020. <http://doi.org/10.1001/jama.2020.9524>
7. Gartner BA et al. Effect of noninvasive ventilation on intubation risk in prehospital patients with acute cardiogenic pulmonary edema. Eur J Emerg Med. 2020. <https://doi.org/10.1097/MEJ.0000000000000616>
8. Harjola P et al. Pre-hospital management protocols and perceived difficulty in diagnosing acute heart failure. ESC Heart Fail. 2020. <https://doi.org/10.1002/ehf2.12524>
9. Hensel M et al. Prehospital non-invasive ventilation in acute respiratory failure is justified even if the distance to hospital is short. Am J Emerg Med. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2018.07.001>
10. Bakke SA et al. Continuous positive airway pressure and noninvasive ventilation in prehospital treatment of patients with acute respiratory failure: A systematic review of controlled studies. Scand J Trauma Res Emerg Med. 2014. <https://doi.org/10.1186/S13049-014-0069-8>.



Ventilación mecánica invasiva

Índice de capítulo

Definición	100
Diferencias entre la VMNI e invasiva:	101
Indicaciones, efectos fisiológicos y adversos de la ventilación mecánica invasiva (VMI)	101
Indicaciones VMI	101
Efectos adversos de la VMI	101
Sistema hemodinámico	101
Sistema respiratorio	102
Sistema renal	103
Sistema digestivo	103
Sistema neurológico	104
Modos ventilatorios en la VMI	104
Programación y monitorización de la VMI	105
Dispositivos para aislamiento de vía aérea del SUMMA112	105
Cánula orofaríngea, tubo de mayo o Guedel	105
Tubos endotraqueales (TET)	106
Mascarillas laríngeas	108
Cricotiroidotomía	110
A recordar Puntos clave	112

Ventilación mecánica invasiva

Laura Pastor Cabanillas

Isabel Canales Corcho

Miguel Ángel Pereda Ruiz

Soledad Gómez de la Oliva

Cristina Horrillo García

Definición

Es una técnica de soporte ventilatorio que sustituye totalmente la ventilación del paciente al movilizar aire al pulmón con presión positiva.

Se denomina invasiva porque requiere de intubación oro-traqueal o traqueostomía para poder aplicarla.

El flujo generalmente es discontinuo (solo entra gas en inspiración), excepto en neonatos donde es continuo para permitir la respiración espontánea en el interciclo.

Diferencias entre la VMNI e invasiva:

[Ver tabla de VMNI](#)

Indicaciones, efectos fisiológicos y adversos de la ventilación mecánica invasiva (VMI)

Indicaciones VMI

- Ausencia de control de la vía aérea por encefalopatía o ausencia de reflejo (glasgow < 9).
- Frecuencia respiratoria ≥ 35 respiraciones por min. (rpm) o bradipnea ≤ 10 rpm.
- Gran trabajo respiratorio con uso de musculatura accesoria.
- Asincronía toracoabdominal, aparición de respiración paradójica e imposibilidad para el descanso.
- Hipoxia: $SpO_2 < 90\%$ con $FiO_2 \geq 50\%$.
- Hipercapnia ($EtCO_2 > 50$ mm Hg) o acidosis $pH < 7,25$.
- Bajo consumo O_2 sistémico y/o miocárdico (shock o infarto agudo de miocardio masivo).
- Necesidad sedación o bloqueo (cirugía).
- Si la VMI está contraindicada o fracasa.

Efectos adversos de la VMI:

[Ver tabla: Efectos fisiológicos de la VM.](#)

Sistema hemodinámico

Disminución del retorno venoso, gasto cardíaco y de la tensión arterial:

Sistema respiratorio

Tabla 1: Efectos adversos de la VMI en el sistema respiratorio.

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA112

Barotrauma	Aumento de la presión de ventilación.	Fuga de aire desde alveolos rotos a zonas de menor presión.	Enfisema subcutáneo en cuello y pared anterior del tórax. Neumotórax.
Toxicidad por O ₂	Pacientes ventilados con FiO ₂ >60%.	Desnitrificación (O ₂ difunde más rápidamente que el Nitrógeno.) Alteración del surfactante.	Atelectasias, con colapso parcial o total del pulmón.
Neumonía	Mala asepsia durante las maniobras de IOT		

Atrapamiento aéreo	Pacientes con patologías obstructivas	Mal vaciado del alveolo en la espiración.	Aumenta la CRF. Disminuye la compliance. Aumenta el trabajo respiratorio.
--------------------	---------------------------------------	---	---

Leyenda. IOT: intubación orotraqueal, CRF: capacidad residual funcional,

Sistema renal



Sistema digestivo

A largo plazo la VMI puede contribuir:

- Isquemia de la mucosa del estómago: provocando úlceras gástricas y hemorragias digestivas.
- Disfunción hepática debido a la disminución del gasto cardíaco y la reducción del retorno venoso.

Sistema neurológico

Aumento de la presión intracraneal: debido a la presión positiva que incrementa la presión venosa yugular y disminuye el retorno venoso. La forma de prevenir o reducir este efecto indeseado es aplicar una PEEP baja.

Modos ventilatorios en la VMI

Tabla 2: modos ventilatorios en VMI.

Fuente: Comisión de ventilación del SUMMA112.

Tipos de Ventilación mecánica invasiva					
Según la variable fijada	Volumen control/Presión control				
Según la asistencia prestada	ASISTENCIA TOTAL		ASISTENCIA PARCIAL		
	Ventilación controlada	Asistida controlada	SIMV	Presión de soporte	VMNI
	El ventilador manda los ciclos a un ritmo prefijado. Cicla por tiempo	El ventilador manda los ciclos a un ritmo prefijado. Cicla por tiempo (ciclo controlado). Reconoce el esfuerzo inspiratorio del paciente (trigger abierto)	Mandatoria intermitente sincronizada. Alterna ciclos asistidos con ciclos controlados y espontáneos.	A los ciclos de espontánea se añade presión extra en inspiración	
	VC-CMV (IPPV) PC BIPAP	A/C PC/AC	VC-SIMV VC-SIMV+PS		CPAP BiPAP

Programación y monitorización de la VMI:

[Ver programación y monitorización de VMI](#)

Dispositivos para aislamiento de vía aérea del SUMMA112:

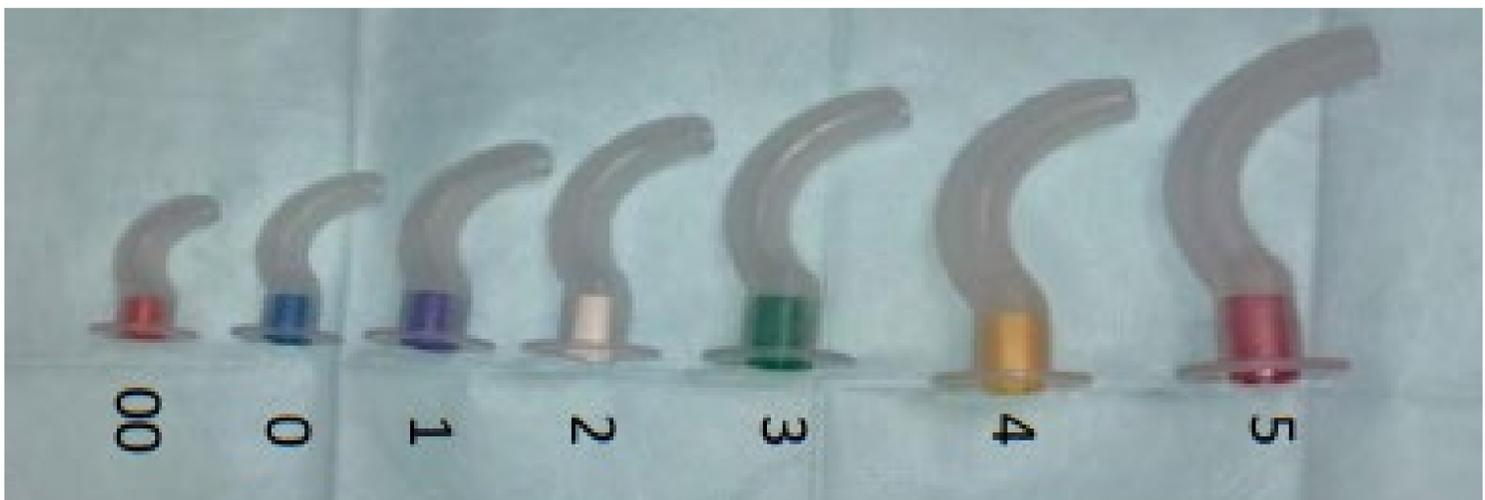
Cánula orofaríngea, tubo de mayo o Guedel:

Dispositivo de apertura de vía aérea con las siguientes características:

- Es un tubo rígido y curvo.
- Evita el desplazamiento por relajación de la lengua en decúbito supino.
- Mecanismo supraglótico.
- A través de ella podemos aspirar.
- No nos orientaremos por el color si no por la talla indicada en el envoltorio.

Imagen 1: tallas de Guedel.

Fuente: comisión Ventilación SUMMA112



Tamaño: habría 2 formas de medir el tamaño de la cánula Guedel:

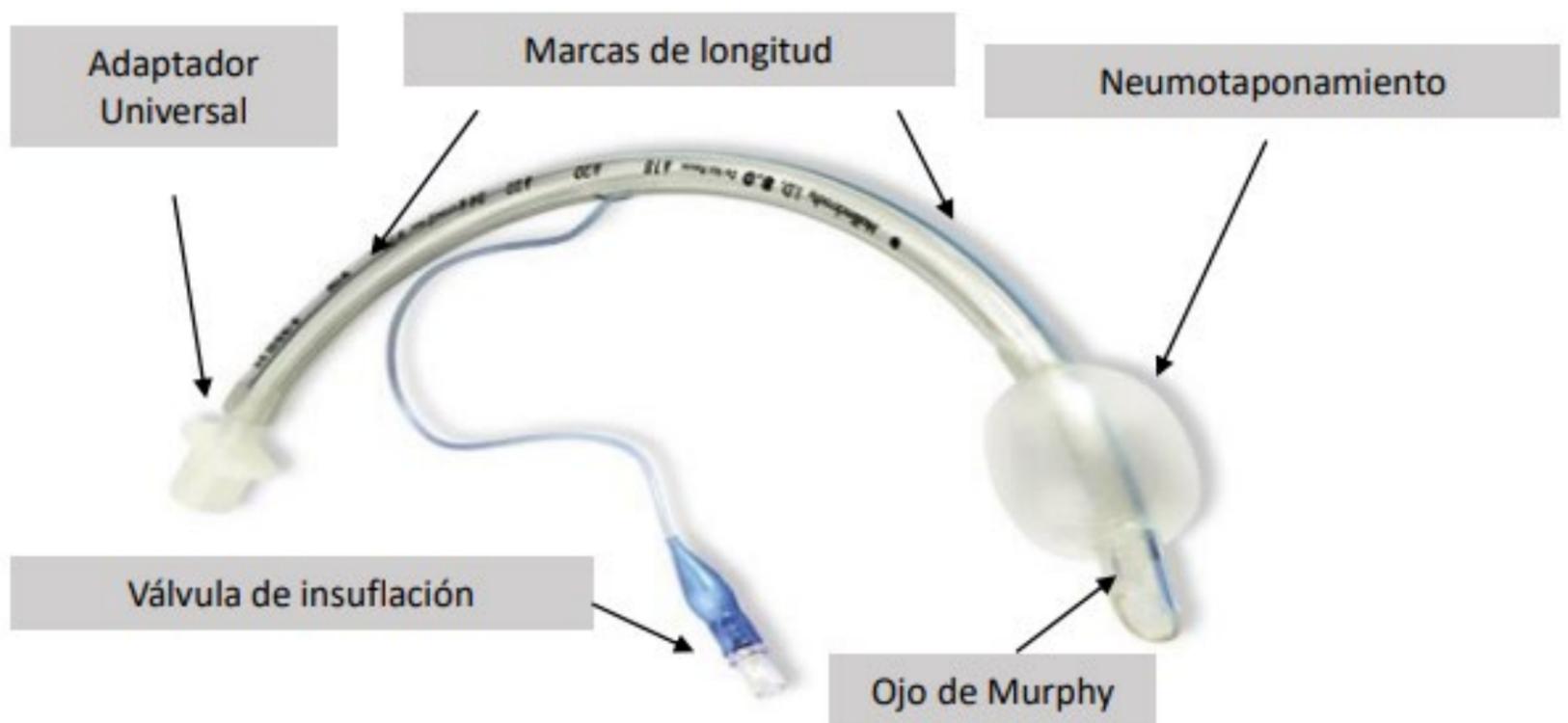
- desde los incisivos al ángulo mandibular
- desde la comisura bucal hasta el lóbulo de la oreja.

Tubos endotraqueales (TET):

Dispositivos flexibles cuyo objetivo es asegurar la permeabilidad de la vía aérea. A través de ellos se administra ventilación mecánica a presión positiva que nos asegure la ventilación del paciente.

Imagen 2: tubo endotraqueal.

Fuente: comisión Ventilación SUMMA112.



En el SUMMA 112 los TET pediátricos (< 5.5) no disponen de neumotaponamiento.

Indicación:

En el SUMMA112 la *laringoscopia directa* con *inserción del TET* es la primera elección en paciente con indicación de VMI excepto:

- Sospecha de *traumatismo cervical*, donde no podremos realizar hiperextensión del cuello para visualizar la vía aérea con el laringoscopio directo.
- *No visualización de la vía aérea* o vía aérea difícil, donde estaría indicado el dispositivo tipo frova o mascarilla laríngea.
- Paciente con *alta sospecha de enfermedad infecto-contagiosa por aerosoles*, donde se usaría como primera elección la mascarilla laríngea tipo Fastrach® con inserción de tubo a través de ella.

El Jefe Guardia (J2) y Supervisor de Enfermería (ECO0) disponen de videolaringoscopio tipo McGRATH® que se utilizará, en caso de estar presente en la intervención, como primera elección en los supuestos anteriores.

Maniobras que facilitan la intubación orotraqueal (IOT)

- **Bimanual:** la más usada.

La persona que va a intubar presiona en el cartílago tiroides, que eleva la epiglotis hasta que visualiza las cuerdas vocales. Posteriormente le pide a un asistente que le fije el punto de presión para poder introducir el TET.

Imagen 3: maniobra bimanual.

Fuente: imagen modificada comisión Ventilación SUMMA112



- **BURP:** “Backward (hacia atrás), Upward (hacia arriba), Rightward Pressure (desplazamiento y presión a la derecha)”.

Aplicación de una presión hacia *atrás, arriba y derecha* sobre la tráquea para alinear la vía aérea y que mejore la visualización de las cuerdas vocales.

Imagen 4: maniobra BURP.

Fuente: imagen modificada comisión Ventilación SUMMA112



- **Sellick:** comprimir el esófago con el cricoides (en desuso)

Mascarillas laríngeas

Se caracteriza por proporcionar una vía aérea rápida y libre, incluso cuando el personal que la inserta no es experimentado en su manejo, y por producir muy escasa repercusión hemodinámica con su colocación.

Existen 4 tallas (nº1, nº1.5, nº 2 y nº2.5) según el peso del paciente

Imagen 5: Tallas de mascarillas laríngeas.

Fuente: Comisión Ventilación SUMMA112.



Mascarillas laríngeas tipo Fastrach (MLF)

Es un dispositivo que aprovecha la mascarilla laríngea (ML) para guiar la introducción de un tubo endotraqueal, a través de la propia ML insertada previamente. Este dispositivo no se ha diseñado para niños.

Imagen 6: Mascarilla laríngea Fastrach.

Fuente: Comisión Ventilación SUMMA112



En el SUMMA112 existen 3 tallas de MLF que se clasifican en función del peso del paciente:

(nº3, nº4 y nº5) con sus correspondientes tubos para inserción a través de ellas.

Frova:

Guía de 70 cm hueca, radiopaca con el extremo distal cerrado, romo y con dos orificios laterales que permiten la oxigenación si se utilizan los adaptadores Rapid-FitIntroduccion. Está diseñado para ayudar en la colocación de un TET ≥ 6 mm .

Indicación:

- En la IOT de pacientes ventilados sin dificultad en los que persiste mala visualización de la glotis con larin-

goscopia directa (grados II y III de Cormack-Lehane) tras optimizar la técnica de intubación, y en pacientes ventilados con dificultad desde el primer intento de intubación. No utilizar si en la laringoscopia directa no se visualiza la epiglotis (grado IV de Cormack-Lehane).

- Se utiliza como intercambiador de TET.
- Pacientes que requieren inmovilización cervical durante la intubación.

Consideraciones especiales

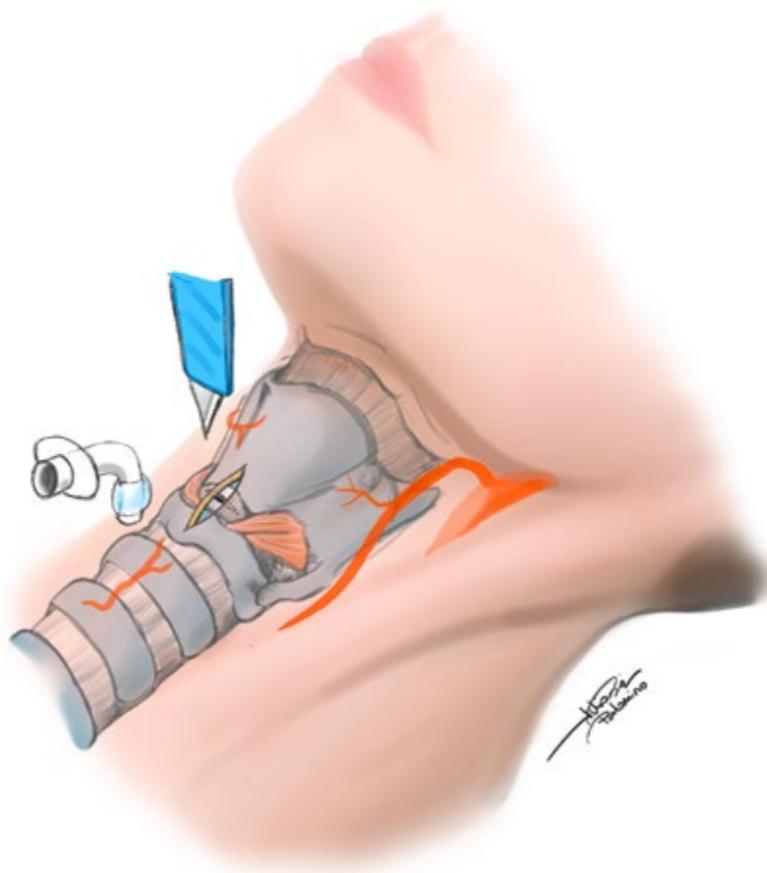
Se debe evitar meter el introductor con excesiva fuerza o a ciegas, por el riesgo de lesión de la epiglotis o perforación del seno piriforme, la tráquea o los bronquios. Este riesgo será menor si lo sujetamos proximalmente.

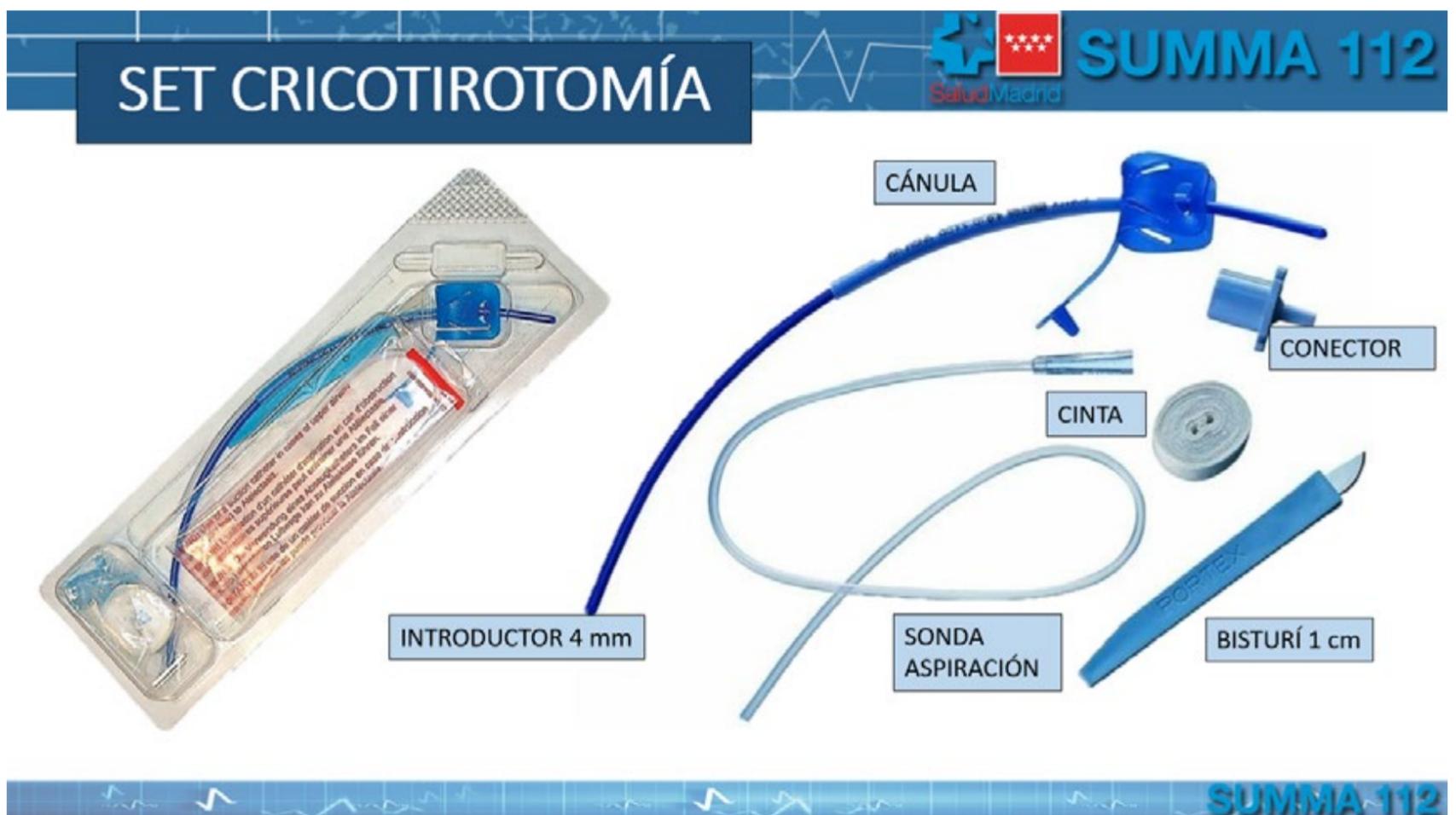
Cricotiroidotomía:

Incisión a través de la piel y la membrana cricotiroidea, introduciendo un TET estrecho en la tráquea para asegurar la vía aérea.

Imagen 7: Cricotiroidotomía.

Fuente: Comisión Ventilación SUMMA112.





La cricotirotomía proporciona un aislamiento de la vía aérea de emergencia en situaciones de riesgo vital. No es adecuada para ventilación prolongada debido a su pequeño tamaño.

Indicaciones:

- Imposibilidad de intubación ni ventilación.
- Obstrucción de vía aérea por cuerpo extraño.
- Lesiones faciales graves.
- Trauma cervical.
- Edema y obstrucción laríngea (anafilaxia o lesiones por inhalación).
- Trismus.
- Macroglosia.



A recordar | Puntos clave

- La **ventilación invasiva** es una técnica de soporte ventilatorio que **sustituye** totalmente la **ventilación del paciente** al movilizar aire al pulmón con presión positiva.
- El ventilador utilizado en el SUMMA 112 para dar el soporte ventilatorio en la ventilación no invasiva es el **Oxylog 3000 plus®**.
- La **primera indicación** para el aislamiento de vía aérea es la inserción de **tubo endotraqueal** a través de **laringoscopia directa**.
- Si el paciente presenta una **vía aérea difícil**, **traumatismo cervical** o **enfermedad infectocontagiosa** por aerosoles la primera opción para aislar vía aérea sería con **Frova**, **mascarilla laríngea** o **videolaringoscopio** tipo McGRATH®.
- **No** está indicado intubar con **Frova** si no se visualiza epiglotis.
- El **videolaringoscopio** tipo **McGRATH®** está disponible en el dispositivo J2 (Jefe de Guardia 2) y Supervisor de Enfermería (ECO0).
- En las situaciones donde **no** se puede **intubar ni ventilar** está indicado realizar una **cricotiroidotomía**.

Bibliografía

1. Jiménez Murillo L, Montero Pérez F.J. Medicina de Urgencias y Emergencias. Guía diagnóstica y Protocolos de Actuación. 4ª ed. Elsevier. Barcelona. 2009.
2. Garrote I. Manual del Transporte Aéreo Medicalizado, Ala fija y HEMS. Formación Alcalá. Jaén. 2019.
3. Bibiano C. Manual de Urgencias. 3ª ed. Grupo SANED. Madrid. 2018
4. Guay J, Ochroch EA. Uso intraoperatorio de la ventilación de bajo volumen para disminuir la mortalidad postoperatoria, la ventilación mecánica, la duración de la estancia y la lesión pulmonar en pacientes sin lesión pulmonar aguda. Cochrane Database Syst Rev 2015: CD011151.
5. Ramos Gómez L, Benito Vales S. Fundamentos de la Ventilación Mecánica. 2012. Ed Marge Medical Books. Barcelona. 2012.
6. Tobin, MJ Principles and Practice of Mechanical Ventilation. Baum's Textbook of Pulmonary Diseases 2nd edition. McGraw-Hill, Inc.; 2006.USA.2.
7. Gutiérrez, F. Diagnóstico, Monitoreo y Soporte Inicial del Paciente con Insuficiencia Respiratoria Aguda.
8. Simposio: "Atención Inicial Del Paciente Crítico Para No especialistas"(Parte 1). Revista Acta Médica Peruana Número Especial. 2011.3. West, J. Fisiología Respiratoria, 7a Edición. Editorial Panamericana, 2007. Buenos Aires, Argentina.
9. Grace K, The Ventilator: selection of mechanical ventilators. Critical Care Clinics, Volumen 14. Número 4. Octubre 1988. W.B. Saunders Company. Ph. Pennsylvania. USA.5. Slutsky A, et al. Mechanical Ventilation. ACCP Consensus Conference. Chest 1993 104:1833-59.6. Lovesio C. Capítulo Ventilación Mecánica. Medicina Intensiva, Enero 2006, Editorial El Ateneo, Buenos Aires, Argentina.
10. Dueñas C, Ortiz G, González M. Ventilación Mecánica. Aplicación en el Paciente crítico, 2003. Editorial Distribuna, Bogotá, Colombia.8. Gozalo ME. Ventilación Mecánica Básica, Procedimientos Respiratorios. Sección 5, Capítulo 82. Tratado de Enfermería de Cuidados Críticos y Neonatales, Julio 2007 <http://www.eccpn.aibarra.org/temario/seccion5/capitulo82/capitulo82>.
11. Manual de Procedimientos SAMUR-Protección Civil. Disponible en: [SAMUR - Protección Civil - Manual de Procedimientos - Ayuntamiento de Madrid](#).



Abordaje de la disnea e Insuficiencia respiratoria aguda

Índice de capítulo

Definición	115
Causas de Disnea	117
Gravedad de la Disnea	117
Exploraciones complementarias	118
Abordaje terapéutico	119
A recordar Puntos clave	121

Abordaje de la disnea e Insuficiencia respiratoria aguda

Cristina Horrillo García

Beatriz Albarracín Moreno

Definición

Disnea: síntoma, y como tal, apreciación subjetiva del paciente, que la define como *sensación de falta de aire*.

Percepción de mayor trabajo respiratorio, que se instala en un periodo breve y que puede aparecer en reposo, tras actividad física, cambio en el estado de ánimo (ansiedad, miedo...) o en disfunciones de diferentes órganos como el corazón y el pulmón.

No puede medirse, pero pueden establecerse grados en función de la actividad física con la que aparezca (tabla 1) o puede clasificarse según su aparición en el tiempo (tabla 2).

Tabla 1: Clasificación de grados de la disnea. Escala MRC modificada por Mahler et al.

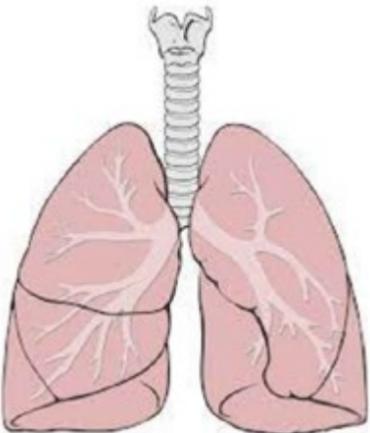
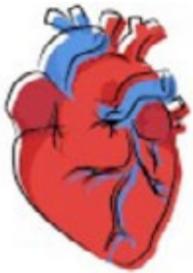
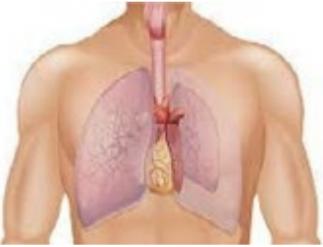
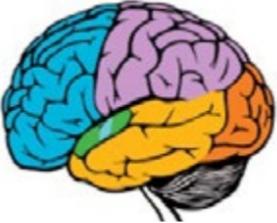
- Grado 0: ausencia de disnea excepto al realizar ejercicio intenso.
- Grado 1: disnea al andar deprisa o al subir cuesta poco pronunciada.
- Grado 2: incapacidad de mantener el paso de otras personas de la misma edad, caminando en llano, debido a la dificultad respiratoria, o tener que parar a descansar al andar en llano al propio paso.
- Grado 3: tener que parar a descansar al andar 100m, o a los pocos min. de andar en llano.
- Grado 4: la disnea impide al paciente salir de casa o aparece con actividades como vestirse o peinarse.

Tabla 2: Formas de presentación de la disnea en el tiempo.

Continua
Intermitente (paroxística)
De reposo
De esfuerzo
En decúbito u ortopnea
En decúbito lateral o terpopnea
En posición vertical o platipnea

Causas de Disnea

Tabla 3: Causas de Disnea.

	Obstrucción vía aérea extratorácica	Aspiración de cuerpo extraño Edema de glotis
	Obstrucción vía aérea intratorácica	Crisis asmática Enfermedad pulmonar obstructiva crónica Inhalación de gases
	Enfermedad parenquimatosa	
	Enfermedad pulmonar vascular oclusiva	Tromboembolismo pulmonar
	Síndrome de distress respiratorio	
	Enfermedades de la pleura	Derrame pleural Neumotórax
	Cardiocirculatorias	Edema agudo de pulmón
		Anemia
Metabólicas	Acidosis metabólica	
	Traumatismos sobre la pared torácica	Contusión costal
		Fracturas costales
		Volet costal
	Psicógeno	Síndrome de hiperventilación alveolar

Gravedad de la Disnea

Los síntomas o signos que implican inestabilidad hemodinámica son:

- Síncope

- Hipotensión o hipertensión arterial.
- Síntomas vegetativos (náuseas, vómitos, sudoración profusa)
- Signos de insuficiencia respiratoria: taquipnea, taquicardia, cianosis, estridor, tiraje intercostal o supraclavicular, utilización de musculatura accesoria.
- Signos de bajo gasto cardiaco
- Arritmicidad de pulsos.
- Safi < 320

Las enfermedades en las que habría que pensar, en primer lugar, cuando un paciente tiene *disnea + inestabilidad hemodinámica* serían:

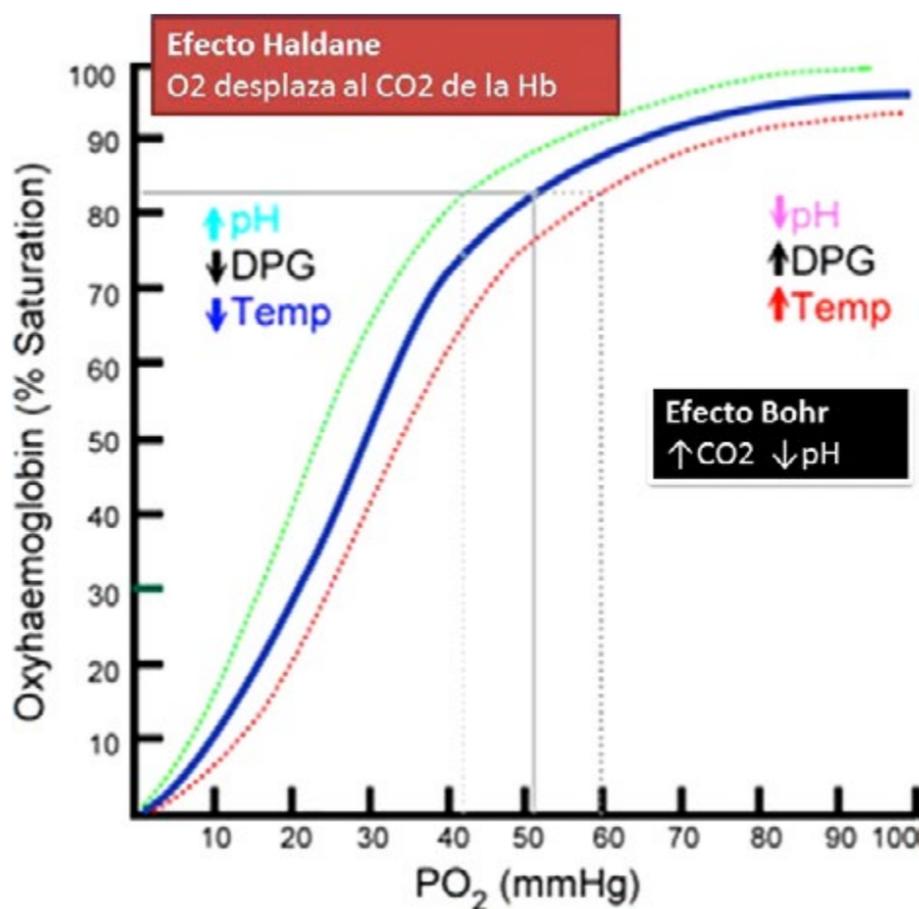
- Tromboembolismo pulmonar
- Edema agudo de pulmón
- EPOC agudizado grave
- Asma con broncoespasmo grave
- Neumotórax a tensión
- Volet costal

Exploraciones complementarias

- **Cociente SaFi:** es un índice muy útil para valorar la gravedad de la disnea. Es el cociente entre la saturación de oxígeno/ FiO_2 del oxígeno que se le está suministrando al paciente. Cuando es < 327 se traduce a una insuficiencia respiratoria aguda grave.
- **Pulsioximetría:** La determinación del porcentaje de saturación de oxígeno de la hemoglobina en sangre con el pulsioxímetro nos permite conocer si nos encontramos ante un cuadro de insuficiencia respiratoria aguda con hipoxemia. Su curva nos hace entender por qué por debajo del 90 % la PO_2 sanguínea es < 50 mmHg lo que se traduce a hipoxia.

Figura 1: Curva de saturación de la Hemoglobina.

(Referencia REF curva de la saturacion - Bing images)



- **Electrocardiograma**

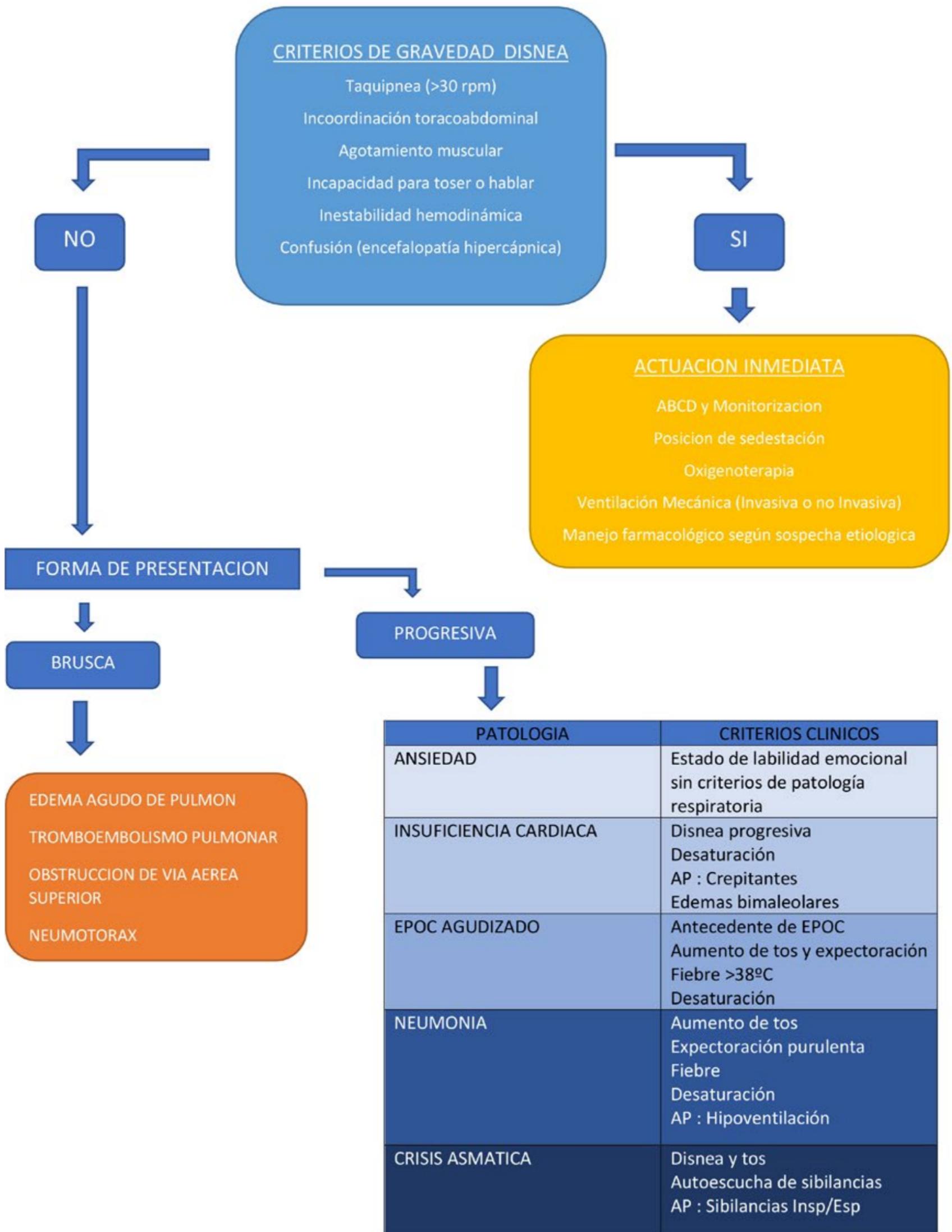
- ▶ En el tromboembolismo pulmonar el signo más sensible y frecuente es la taquicardia sinusal. Aunque no es tan habitual podemos encontrar en otros casos imagen de sobrecarga ventricular derecha (bloqueo de rama derecha o patrón S1Q3T3).
- ▶ En los casos de crisis asmática grave o EPOC agudizado grave es frecuente ver taquicardia sinusal debido al esfuerzo respiratorio. La bradicardia aparece previa al agotamiento del paciente y posterior parada respiratoria.
- Tensión arterial: La hipotensión arterial es un signo de inestabilidad hemodinámica.
- Capnografía: [ver capítulo](#)

Abordaje terapéutico

Es muy importante determinar si el inicio de la disnea ha sido brusco o progresivo e indagar sobre los factores de riesgo.

Figura 3: Abordaje terapéutico de la disnea

Fuente: Comisión de Ventilación del SUMMA112





A recordar | Puntos clave

- La disnea es un **síntoma subjetivo** en el que tenemos que recabar más datos clínicos para valorar la gravedad.
- En una primera valoración la disnea acompañada de trabajo respiratorio, cianosis, taquicardia, taquipnea y saturaciones bajas de O₂ muestra **signos de gravedad**.
- Es importante hacer un **diagnóstico diferencial** de la disnea, descartando las patologías graves más prevalentes como TEP, edema agudo de pulmón, neumotórax...
- Las **exploraciones complementarias** que tenemos en nuestro medio son monitorización de **constantes** incluyendo **pulsioximetría, capnografía y electrocardiograma**.

Bibliografía

1. Jiménez Murillo L, Montero Pérez F.J. Medicina de Urgencias y Emergencias. Guía diagnóstica y Protocolos de Actuación. 6 ed. Elsevier ediciones S.L. 2018.
2. Julián Jiménez A. Manual de Urgencias y Emergencias del SESCAM. 4ª ed. Sanofi. 2016.
3. Garrote Moreno I. Manual de transporte Aéreo Medicalizado, Ala fija y HEMS. 1ª Ed. Formación Alcalá. 2016.
4. Tintinalli K. Medicina de Urgencias. 6ª ed. Mc Graw Hill. 2006.
5. Villamor J. Patología Médica. Neumología. Luzan ediciones. 2000.
6. Serrano Moraza A, Fernández Ayuso D. Manual de Helitransporte Sanitario. Elsevier ediciones S.L. 2008.
7. Bibiano Guillén C, García Sanz M.T, Ibero Esparza C, Mir Montero M, Pacheco Puig R. Manual de Urgencias del Hospital Infanta Leonor. 3ed. SANED editorial. 2018.
8. Pappas L, Filippatos G. Pulmonary congestion in acute heart failure: from hemodynamics to lung injury and dysfunction of the capillary alveolus barrier. *Rev Esp Cardiol*. 2011; 64(9):735 -8.
9. Carratala JM, Masip J. Non-invasive ventilation in acute heart failure: Use of CPAP in emergency departments. *Emergencies*. 2010; 22: 49 -55.
10. Comunidad de Madrid. Strategic Plan in COPD of the Community of Madrid 2013/2017. Madrid: Comunidad de Madrid, Consejería de Sanidad 2013.
11. Pollack C, Torres MT. Feasibility study of the use of bi-level positive airway pressure for respiratory support in the emergency department. *Ann Emerg Med*. 1996; 27(2):189 -92.
12. Bolton R, Bleetman A. Non-invasive ventilation and continuous positive pressure ventilation in emergency departments: where are we now? *Emerg Med J*. 2008; 25(4):190 -4.
13. Osadnik CR, Tee VS, Carson-Chahhoud KV, Picot J, Wedzicha JA, Smith BJ. Non-invasive ventilation for the management of acute hypercapnic respiratory failure due to exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;13;7:CD004104. doi: 10.1002/14651858.CD004104.pub4.14. Masip J, Peacock WF, Price S, Cullen L, Martín-Sánchez FJ, Seferovic P et al. Indications and practical approach to non-invasive ventilation in acute heart failure. *Eur Heart J*. 2018; 39: 17 -25.

14. Rochwerg B, Brochard L, Elliot M, Hess D, Hill N, Nava S. Workshop job de task force. Official ERS/ATS clinical practice guidelines: Noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Eur Respir J*. 2017; 50: 20-36.
15. Thompson J, Petrie DA, Ackroyd-Stolarz DA, Bardua DJ. Out -Of-Hospital Continuous Positive Airway Pressure Ventilation versus Usual Care in acute Respiratory Failure: A randomized Controlled Trial. *Ann Emerg Med*. 2008; 25:190-4.
16. Mal S, McLeod S, Lansavichene A, Dukelow A, Lewell M. Effect of Out -Of-Hospital Continuous Positive Airway Pressure Support Ventilation in Adults Patients with Severe Respiratory Distress: A Systematic Review and Metanalysis. *Ann Emerg Med*. 2014; 63:600-7.
17. Jacob J, Arranz M, Sancho Ramoneda M, López A, Navarro MC, Cousiño JR et al. Study of cohorts of patients treated with ventilation noninvasive in services of urgencies pre hospitalary and hospitable of Catalonia: Registration VNICat. *Emergencies*. 2017; 29(1):33 -8.
18. Plant PK, Owen JL, Elliott MW. Early use of non-invasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease on general respiratory wards: A multicenter randomised controlled trial. *Lancet*. 2000; 355(9219):1931 -5.
19. Iglesias-Lepine ML. Effectiveness of not invasive ventilation, form BIPAP with facial mask in the patient EPOC with respiratory insufficiency hipercápnic (respiratory acidosis) in the field of the Urgency. *Emergencies*. 2001; 13:26 -30.
20. Puga Torres M, Palacios Péres H, García Valdés R, Morejón Carbonel D. Not invasive ventilation. *Rev Cuba Med Mil*. 2006(2):32-9.



Edema Agudo de Pulmón

Índice de capítulo

Definición	125
Fisiopatología	126
Clínica	128
Manejo ventilatorio	128
Oxigenoterapia	128
Ventilación mecánica no invasiva (VMNI)	129
Ventilación mecánica invasiva (VMI)	130
Monitorización y seguimiento	132
Tratamiento farmacológico	133
A recordar Puntos clave	136

Edema Agudo de Pulmón

Óscar Rodríguez Rodríguez

Julio Ruiz Palomino

Juan Caro Codón

Santiago Jiménez Valero

El edema agudo de pulmón (EAP) es una situación clínica emergente con una elevada mortalidad, que precisa una intervención precoz.

Definición

Proceso patológico caracterizado por un acúmulo de líquido en el espacio intersticial y/o alveolar provocado por el aumento de las presiones intracardiacas, ocasionando una alteración en el intercambio gaseoso y en la distensibilidad pulmonar.

Fisiopatología

Dentro del EAP hay que distinguir:

- **EAP cardiogénico.** Se produce al acumularse líquido intersticial en el pulmón debido al incremento de la presión capilar hidrostática derivada habitualmente de patología estructural que afecte a las cavidades cardiacas izquierdas. Es el más frecuente.

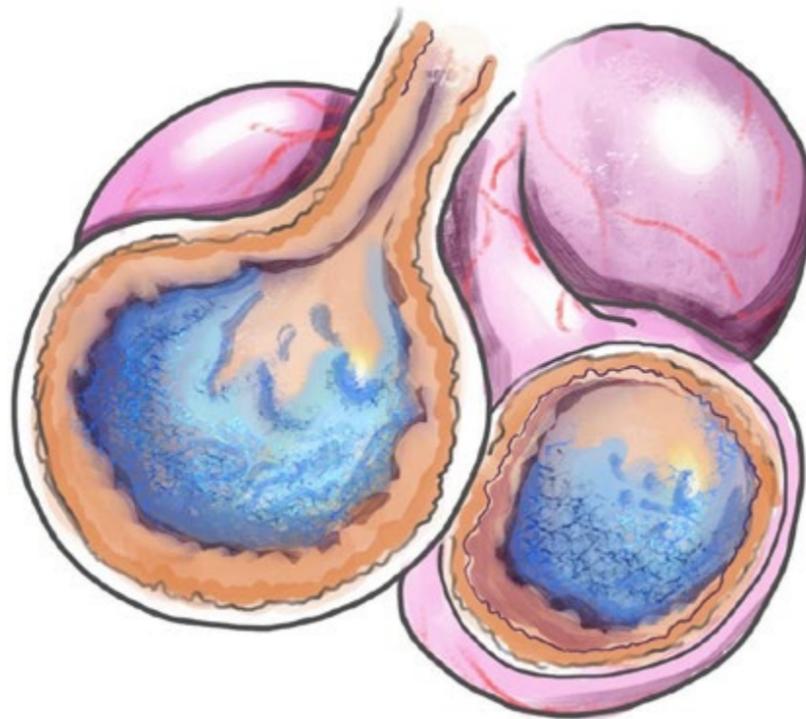
Tabla 1: Edema pulmonar cardiogénico

Tomada y modificada de Cuid Resp 2008; 3(3): 23-30

Factores predisponentes	Factores precipitantes
<ul style="list-style-type: none"> • Disfunción sistólica de ventrículo izquierdo: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Cardiopatía isquémica ▶ Hipertensión arterial ▶ Miocardiopatía dilatada de origen genético ▶ Toxinas ▶ Hipotiroidismo ▶ Miocarditis víricas. • Disfunción diastólica de ventrículo izquierdo: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Miocardiopatías de depósito • Valvulopatías izquierdas • Cardiopatías Congénitas 	<ul style="list-style-type: none"> • Síndrome coronario agudo • Tromboembolismo pulmonar • Taponamiento Cardíaco • Valvulopatía aguda • Emergencia o Urgencia Hipertensiva Deterioro agudo del flujo de la aurícula izquierda: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Trombos. ▶ Mixomas. • Sobrecarga de volumen • Arritmias <ul style="list-style-type: none"> ▶ Fibrilación Auricular • Otros: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Fiebre ▶ Sepsis ▶ Anemia ▶ Enfermedades tiroideas ▶ Enfermedades respiratorias agudas

Ilustración 1: Aspecto alveolar en EAP

(Ilustración de Julio Ruiz Palomino)



- **EAP no cardiogénico.** Se debe generalmente a una variación en la permeabilidad de la membrana alveolo-capilar, y la activación del complemento junto con alteraciones en la coagulación y la fibrinólisis.

Tabla 2: Edema pulmonar no cardiogénico

Tomada y modificada de Cuid Resp 2008; 3(3): 23-30

TIPO	COMENTARIO
Síndrome del Distrés Respiratorio Agudo	Causa más frecuente de EP no cardiogénico
EP Neurogénico	Hemorragia cerebral convulsiones
EP por Altitud	Ascensos rápidos a altitudes superiores a 3500 m
EP por Reperfusión	Tras reperfundir tromboembolismos pulmonares
EP por Reexpansión	Por reexpansión rápida de un neumotórax
EP por presión positiva	Después de un episodio de obstrucción de vía aérea
Embolia Pulmonar	Con marcada lesión vascular
Sobredosis de Opiáceos	Sobre todo, Heroína y Metadona
Toxicidad por Salicilatos	Pacientes ancianos con toma crónica

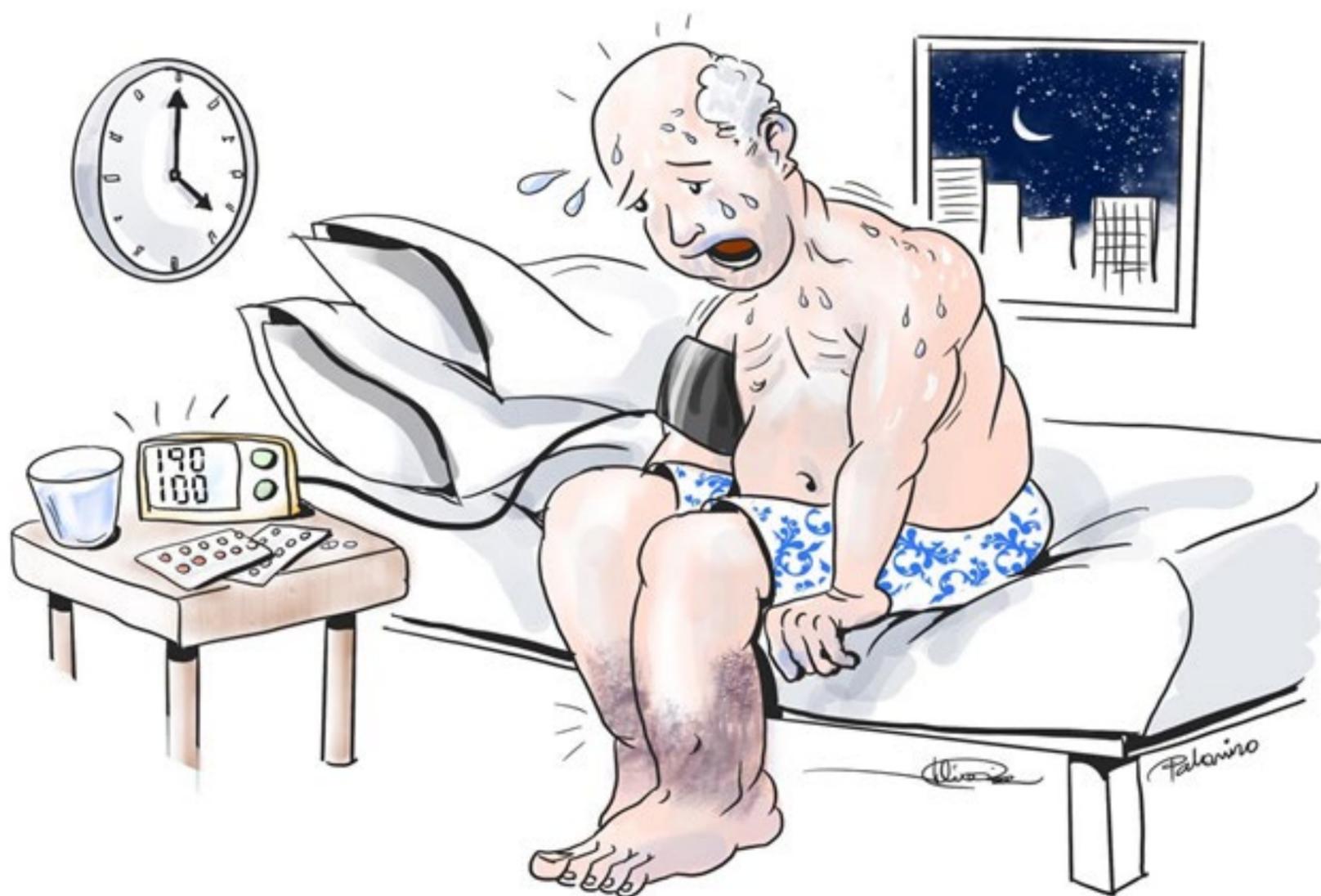
Leyenda. EP: enfermedad pulmonar, m: metros.

Clínica

- El diagnóstico del EAP es eminentemente *clínico*.
- Síntomas Congestivos
 - ▶ Disnea más o menos súbita.
 - ▶ Ortopnea y/o Disnea paroxística nocturna.
 - ▶ Crepitantes pulmonares bilaterales y/o sibilancias (asma cardial).
 - Taquicardia con frecuencia cardiaca >120 lpm.
 - Trabajo respiratorio con frecuencia respiratoria > 25 rpm con tiraje.
 - Insuficiencia respiratoria con $SpO_2 < 90\%$.

Ilustración 2: Clínica EAP

(Ilustración de Julio Ruiz Palomino)



Manejo ventilatorio

Oxigenoterapia:

El tratamiento con oxígeno está indicado en todos los pacientes con saturaciones por debajo de 90% con

el soporte que necesiten (VMK/Reservorio) para mejorar la situación clínica. Es necesario ser prudentes en el objetivo de saturación en pacientes EPOC dado que la hiperoxigenación puede suprimir el centro ventilatorio.

La FiO_2 se irá ajustando de forma dinámica hasta conseguir el objetivo propuesto ($SatO_2 > 90\%$) manteniéndolo en el tiempo, para lo que resulta útil la monitorización continua mediante pulsioximetría. En pacientes con insuficiencia respiratoria franca ($pO_2 < 60$ / $SatO_2 < 90\%$, taquipnea con $FR > 25$ y utilización de musculatura accesoria) debemos valorar utilizar de forma precoz la ventilación mecánica no invasiva, que ha mostrado mejorar el trabajo respiratorio y disminuir la necesidad de intubación orotraqueal en este contexto.

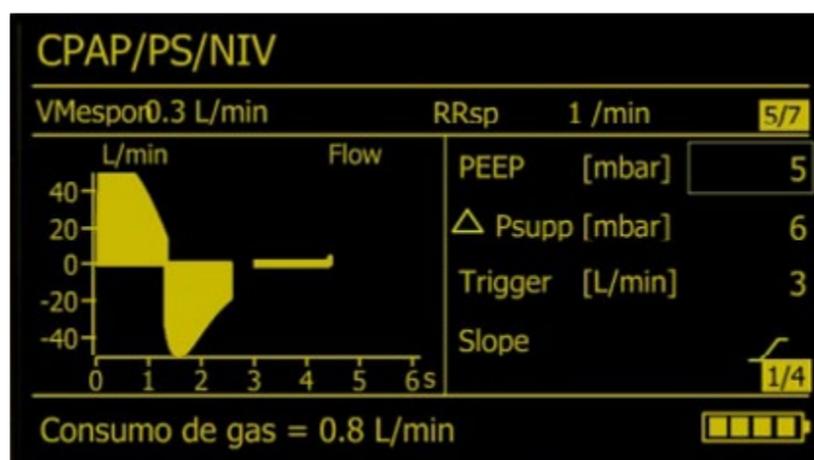
Ventilación mecánica no invasiva (VMNI)

- Indicaciones y Contraindicaciones: [ver capítulo VMNI](#).
- Parámetros

En el contexto del edema agudo de pulmón, pueden utilizarse dos modalidades de ventilación mecánica no invasiva: CPAP (aplicación de una presión continua en la vía aérea) y BiPAP (presión continua en la vía aérea + presión de soporte durante la inspiración). Ambos modos mejoran la oxigenación y la postcarga ventricular, aunque la BiPAP puede ser más efectiva en la reducción del trabajo respiratorio y existen estudios que la han asociado especialmente con la disminución de la necesidad de intubación.

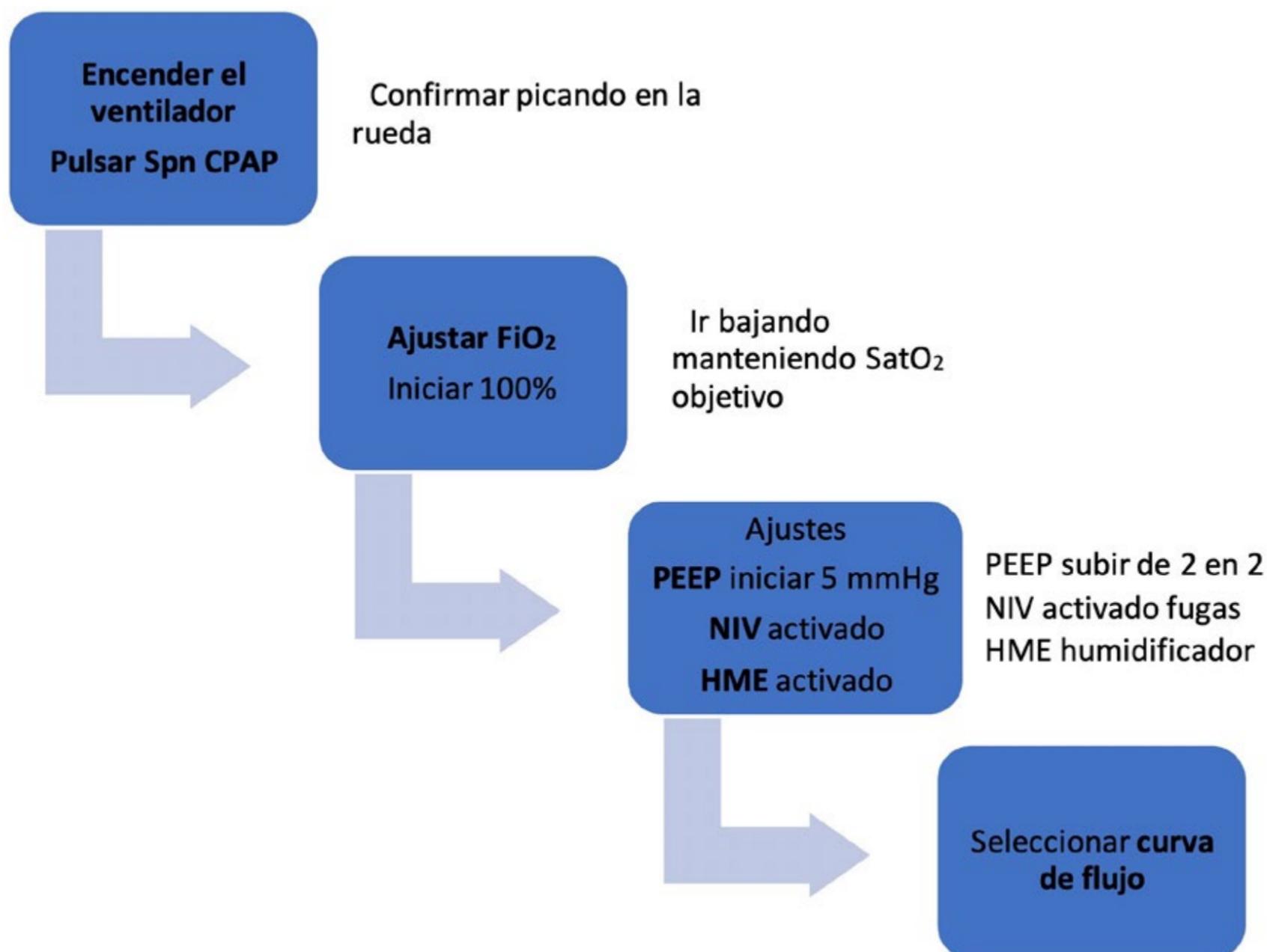
- En nuestro ventilador (Oxylog 300 plus®) se programaría en el botón de CPAP.

Figura 1: modo ventilatorio VMNI



Valores de programación EAP – MODO CPAP

Figura 2 : Programación VMNI EAP



Ventilación mecánica invasiva (VMI)

- Indicaciones:
 - ▶ Cuando el paciente con EAP tiene indicación de VMNI pero ésta no se puede usar por estar dentro de los supuestos contraindicados vistos en el punto anterior.

Edema Agudo de Pulmón

- ▶ Cuando ha fracasado la VMNI.
- Parámetros: Puede ventilarse por Volumen o por Presión ya que no existen estudios que demuestren superioridad de ningún modo ventilatorio sobre otro.

Valores de programación en EAP Volumen Control (VC)

Realizaremos una ventilación protectora

Tabla 3. Programación modo ventilatorio VMI-VC

PASOS PROGRAMACION Volumen Control	
1º Encender respirador	PULSAR VC CMV. Confirmar
2º Ajustar VT (usar volúmenes bajos)	6 - 8 ml/kg de peso ideal
3º Ajustar FR, modificar según EtCO ₂ y/o VM	15 - 25 rpm
4º Ajustar alarma P max	30 - 35 mBar
5º Ajustar FiO ₂	inicio 100% e ir ajustando
BOTON AJUSTES	
1º PEEP	Inicio 5 mmHg, incrementando 2 en 2
2º Rampa o slope	Iniciar en la más profunda
3º NIV	Desactivado
4º HEM	Activado
5º Trigger	Iniciar en 3 l/min
6º Relacion I:E	Iniciar en 1:2
7º T plateau (T de pausa)	Iniciar en 20 - 30%
BOTON AJUSTES	
1º PIP	20 - 25
2º P Plateu meseta	10 - 15, nunca más 30 - 35, minimizar barotrauma

Valores de programación en EAP Presion Control (PC)

Realizaremos una ventilación protectora

Tabla 4. Programación modo ventilatorio VMI-PC

PASOS PROGRAMACIÓN Presión Control	
1º Encender respirador	PULSAR PC - BIPAP. Confirmar
2º Ajustar FR, modificar según EtCO ₂ y/o VM	15 - 25 rpm
3º Ajustar alarma P max	30 - 35 mBar
BOTON AJUSTES	
1º PEEP	Inicio 5 mmHg, incrementando 2 en 2
2º Rampa o slope	Iniciar en la más profunda
3º NIV	Desactivado
4º HEM	Activado
5º Trigger	Iniciar en 3 l/min
6º Relacion I:E	Iniciar en 1:2
7º P inspiratoria (T de pausa)	Iniciar en 25 - 30
BOTON AJUSTES	
1º VT bajos	6 ml/kg de peso ideal
2º P inspiratoria PIP	< 30 - 35, minimizar sobredistensión
3º Rampa o slope	Iniciar en la más profunda

Monitorización y seguimiento

- **Pulsioximetría:** Mantener SpO₂ en torno al 95-98%. En los pacientes retenedores que se encuentren en ventilación espontánea puede ser razonable un objetivo inferior con objetivo de no suprimir el centro ventilatorio.

- **Curva capnográfica:** mostrará un patrón de hipoven-tilación generalizada.



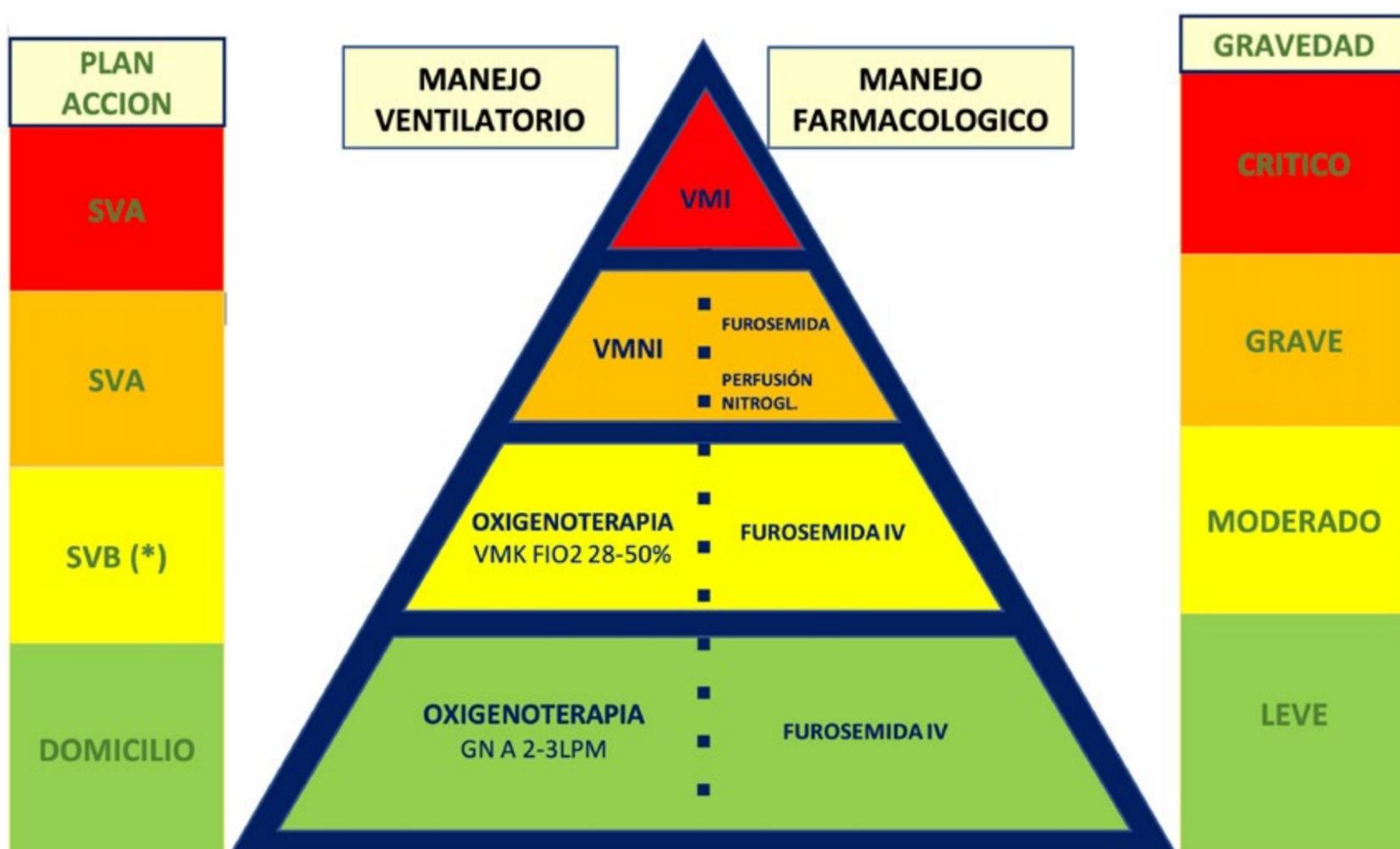
La capnografía no se debe utilizar únicamente para realizar un diagnóstico sino para comprobar que el tratamiento que se está realizando es el adecuado al mejorar la curva capnográfica. Sin embargo, en nuestro medio tiene varias limitaciones:

- Cuando se aplica oxigenoterapia se realizará con la sonda de no intubados.
- Cuando se aplica VMNI no es posible monitorizar la capnografía debido a que las turbulencias generadas en la interface por las presiones de la VMNI alteran las mediciones. Lo ideal sería una sonda capnográfica nasal no disponible en nuestro medio.
- Cuando se aplica VMI se monitorizaría con la sonda acoplada al tubo endotraqueal.

Tratamiento farmacológico

- Los **diuréticos** son la piedra angular del tratamiento del edema agudo de pulmón. En dicho contexto clínico, la utilización en un primer momento de dosis elevadas de furosemida en bolo (dependiendo de la presentación clínica y la función renal del paciente) puede mejorar los síntomas de congestión pulmonar. Por otra parte, la utilización sistemática de diuréticos de asa en perfusión no ha demostrado un mejor resultado clínico. Es importante monitorizar la respuesta diurética para adecuar el tratamiento durante el ingreso.

- El uso de **fármacos vasodilatadores** (como la nitroglicerina intravenosa) es especialmente útil cuando la descompensación de insuficiencia cardiaca se asocia a contextos en los que existe una postcarga elevada, de forma que puede ser razonable su uso (comenzándose a dosis bajas) con TAS > 120-130 mmHg en el seno de una descompensación grave.
- Por otro lado, en situaciones de shock (más habituales cuando el paciente presenta disfunción sistólica grave) puede ser necesario utilizar **fármacos vasopresores**, siendo de elección en este contexto la noradrenalina, que ha mostrado mejor resultado que otros fármacos en estudios aleatorizados.
- El control de la frecuencia cardiaca puede ser beneficioso cuando el desencadenante del cuadro es una taquiarritmia auricular (FA o FTA con respuesta ventricular rápida). Para ello, puede ser útil la utilización de **digoxina** intravenosa (dosis inicial 0.25-0.50 mg, pudiéndose administrar si es preciso 0.25 mg adicionales cada 8h hasta una dosis total de 1 mg en las primeras 24h, valorando posteriormente la dosis en función de la respuesta y la función renal del paciente).
- El **cloruro mórfico** no debe utilizarse sistemáticamente en todos los pacientes con edema agudo de pulmón. Algunos estudios observacionales retrospectivos lo han asociado a un peor resultado clínico en este contexto, aunque la calidad de la evidencia es baja. Sabemos que puede asociarse a efectos adversos como bajo nivel de conciencia y vómitos, además de asociarse a un inicio de acción más lento del tratamiento antiagregante en el síndrome coronario agudo. No obstante, en pacientes seleccionados y utilizado con cautela, puede ser útil para disminuir su nivel de ansiedad y facilitar en ocasiones la adaptación a la ventilación mecánica no invasiva².



El color amarillo y verde= insuficiencia cardiaca descompensada y el color naranja y rojo= edema agudo de pulmón

(*) El tratamiento, cuando el paciente es trasladado en SVB, es administrado por el SVA que ha valorado previamente al paciente.

Fármaco	Presentación	Bolo inicial (IV)	Mantenimiento
Furosemida	Ampollas 20mg/2ml iv/ im	Adulto: 20-40 mg bolo lento (2 min.) Niño: 1 mg/kg hasta máximo 20 mg/24 h.	40mg/8 h.
Nitroglicerina	Ampollas 50mg/10ml Comprimido oral 0,8- 0,4 mg Trinispray® 0,4mg/puls. 200 puls.	Adulto: 5-10 mcg/min (0,3-0,6 mg/hora). Aumentar 5 mcg /min cada 3-5 min. Dilución: 1 ampolla de 50 mg en 240 ml SG5%(200 mcg/ml) a velocidad de 5 ml/hora e ir aumentando 2 ml/hora cada 3-5 min.	

Leyenda: mg: miligramos. Ml: mililitro. Iv: intravenoso.

Im: intramuscular. Kg: kilogramo. H: hra. Puls: pulsaciones.

Mcg: milicentigramos. Min: minuto. SG5%: suero glucosado al 5%.



A recordar | Puntos clave

- Según la etiología del **edema agudo de pulmón** hay que distinguir **cardiogénico y no cardiogénico**.
- En el medio extrahospitalario, **el diagnóstico del edema agudo de pulmón** es eminentemente **clínico**.
- El **tratamiento ventilatorio** del edema agudo de pulmón será la **oxigenoterapia convencional, ventilación mecánica no invasiva o invasiva** en función de la gravedad del paciente.
- El **tratamiento farmacológico** del edema agudo de pulmón consistirá en furosemida y perfusión de nitroglicerina intravenosa según la gravedad del paciente.
- El **cloruro mórfico** no está indicado de forma rutinaria en el tratamiento del edema agudo de pulmón.

Bibliografía

1. Jiménez Murillo L, Montero Pérez F.J. Medicina de Urgencias y Emergencias. Guía diagnóstica y Protocolos de Actuación. 6ª ed. Elsevier. Barcelona 2018
2. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, Böhm M, Burri H et al. ESC Scientific Document Group. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. Eur Heart J. 2021 Sep 21;42(36):3599-3726. doi: 10.1093/eurheartj/ehab368. Erratum in: Eur Heart J. 2021 Oct 14;: PMID: 34447992.
3. J.R. Ortiz-Gómez , I. Fornet, F.J. Fisiopatología del edema pulmonar. Implicaciones terapéuticas, cuidados respiratorios y tecnología, Cuid Resp - Vol. 3 - N.º 3 - Dic. 2008
4. Alberto Domínguez-Rodríguez, Pedro Abreu-González ¿Morfina para el tratamiento del edema agudo de pulmón? Emergencias 2016;28:418-420.
5. Manual de urgencias cardiovasculares ,Sociedad Castellana de Cardiología .Springer Healthcare ,Madrid 2021. Disponible en www.castellanacardio.es
6. Nicolas Berbenetz , Yongjun Wang , James Brown Non-invasive positive pressure ventilation (CPAP or bilevel NPPV) for cardiogenic pulmonary oedema, Emergencias 2020;32:59-60
7. Purvey M, Allen G. Managing acute pulmonary oedema. Aust Prescr 2017;40:59-63fd
8. R. Moreno-Zabaleta, Terapias ventilatorias en el manejo del edema agudo de pulmón cardiogénico . Revista de Patología Respiratoria Vol. 18 Nº1 - Enero-Marzo 2015
9. Mebazaa A, Yilmaz MB, Levy P, et al. Recommendations on pre-hospital & early hospital management of acute heart failure: a consensus paper from the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology, the European Society of Emergency Medicine and the Society of Academic Emergency Medicine. Eur J Heart Fail. 2015;17:544-58.



Enfermedad pulmonar obstructiva crónica

Índice de capítulo

Definición	139
Fisiopatología	140
Clínica	143
Diagnóstico diferencial	144
Valoración de la gravedad	144
Manejo ventilatorio	145
Oxigenoterapia	145
Ventilación mecánica no invasiva (VMNI)	147
Ventilación mecánica invasiva (VMI)	147
Manejo farmacológico	148
A recordar Puntos clave	151

Enfermedad pulmonar obstructiva crónica

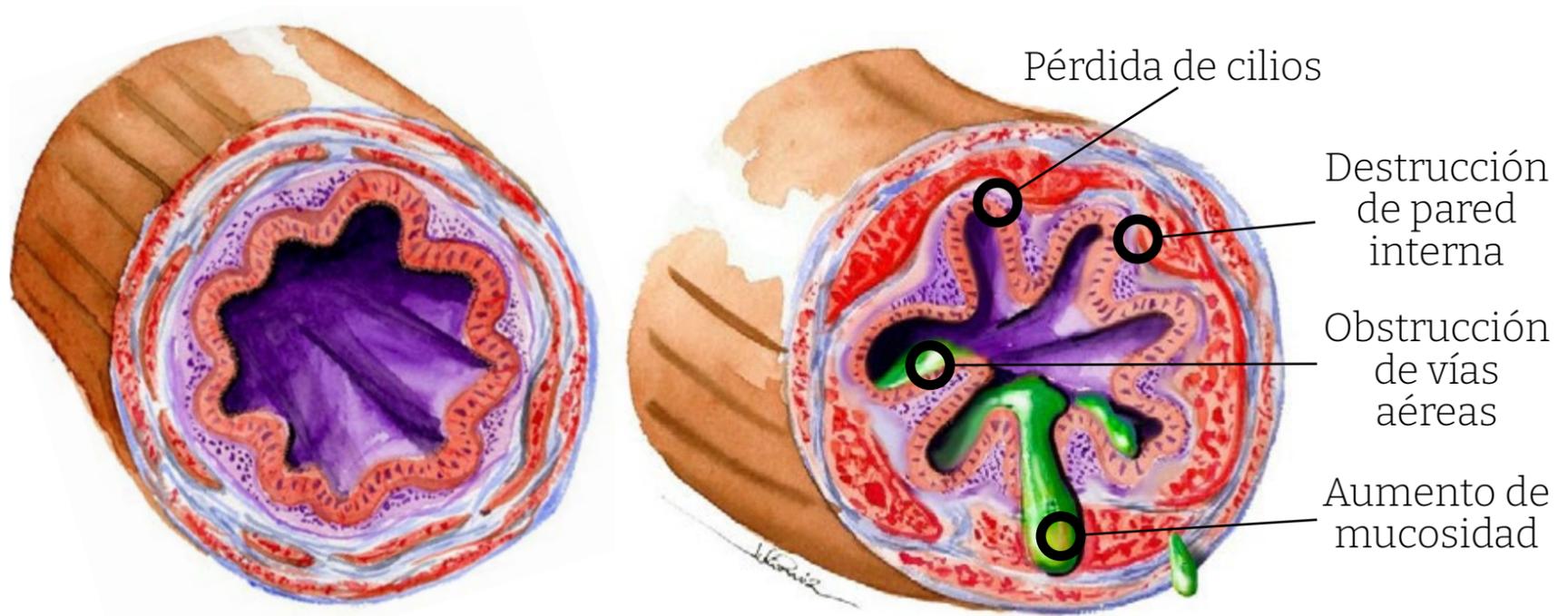
*Cristina Horrillo García
Soledad Gómez de la Oliva
Ana Torres Poza*

Definición:

La Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es una enfermedad caracterizada por la limitación crónica del flujo aéreo, no reversible y, asociada a una respuesta inflamatoria pulmonar anormal a partículas y/o gases nocivos (generalmente humo del tabaco)¹. Es recomendable utilizar el término EPOC para describir el *enfisema* y la *bronquitis crónica*. Por lo tanto, se excluyen de este concepto otras patologías como la estenosis localizada de las vías aéreas superiores, la bronquiolitis, fibrosis quística, bronquiectasias y el asma.

- **Agudización.** Episodio agudo de desequilibrio clínico que acontece en el curso natural de la enfermedad, caracterizado por un empeoramiento sostenido de los síntomas respiratorios.

Ilustración 1. Afectación bronquios en EPOC.



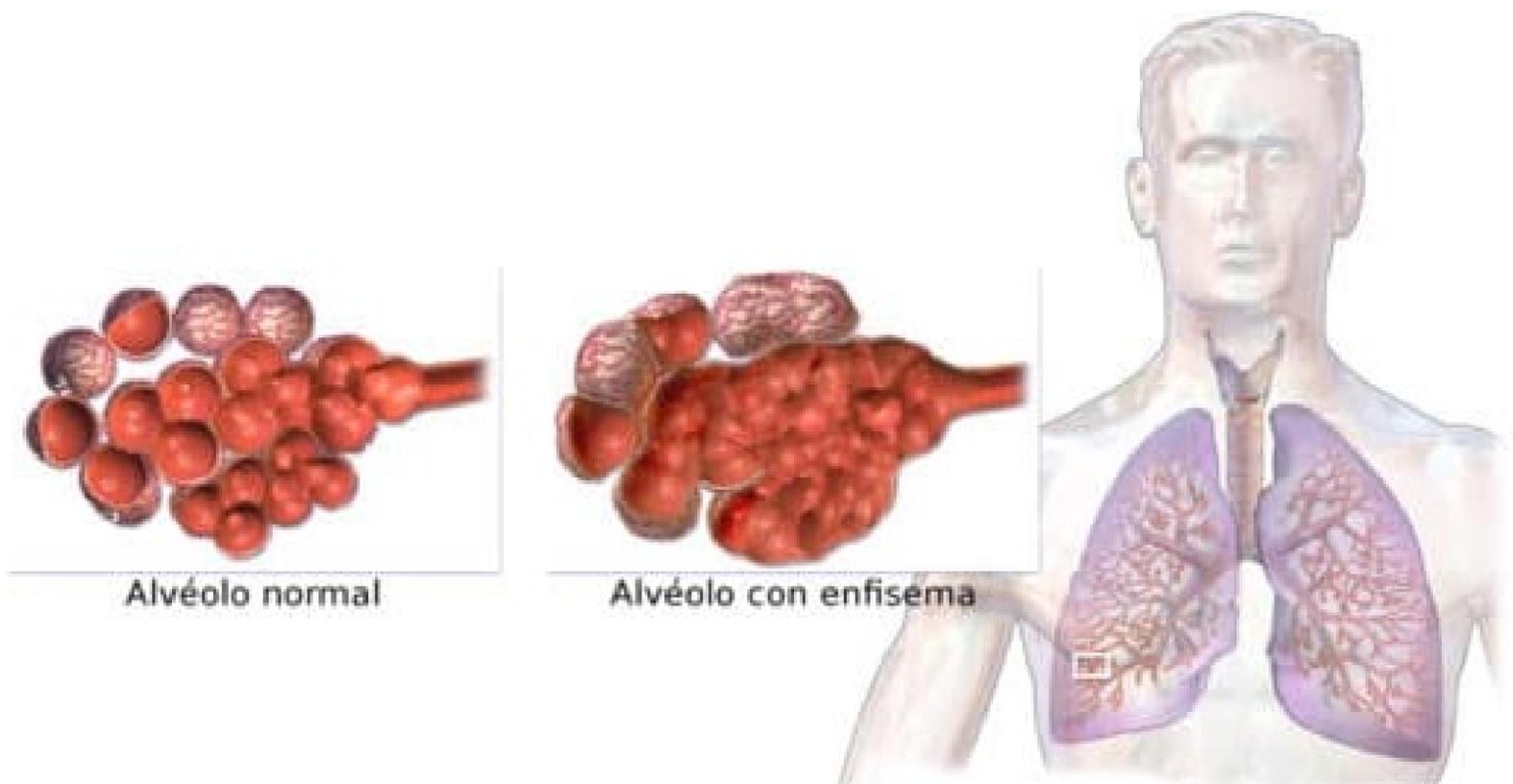
Fisiopatología:

En el contexto de esta patología podemos distinguir dos entidades:

- La **bronquitis crónica**, en la que se produce una inflamación crónica y secreción de moco que dan lugar a una obstrucción no reversible de la pared del bronquio.
- El **enfisema**, en el que existe una destrucción de las membranas alveolares con distensión y agrandamiento de los espacios aéreos distales, más allá de los bronquiolos terminales (ilustración 2).

Ilustración 2. Alveolos enfisematosos.

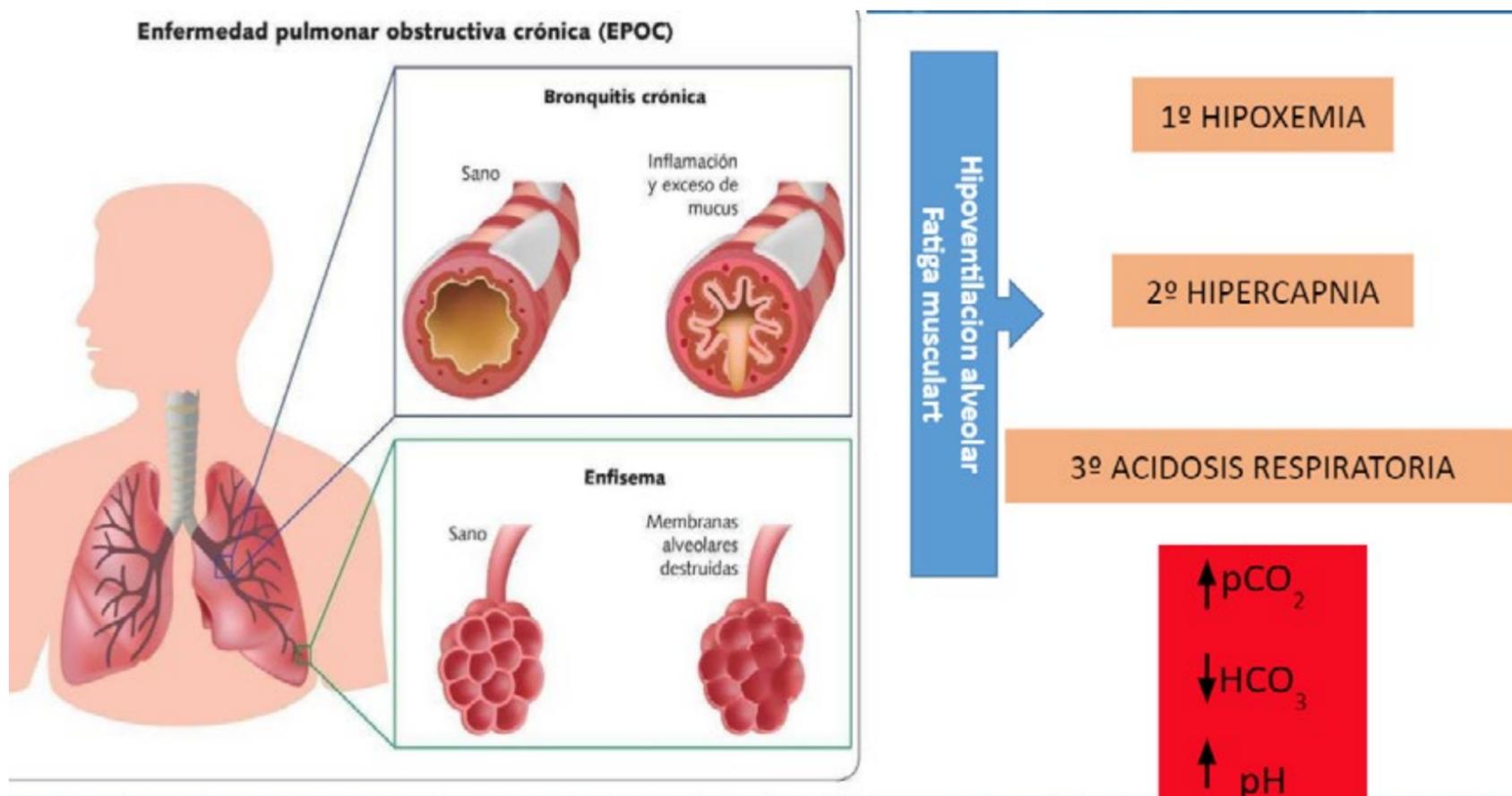
Fuente: enfisema - Bing images



Durante la agudización del EPOC se produce hipoven-tilación alveolar y fatiga muscular provocando: hipoxe-mia, hipercapnia y acidosis respiratoria

Ilustración 3

Fuente: https://www.avancesenrespiratorio.com/patologia_epoc_na
(curso Ventilación mecánica del SUMMA 112)



Desde el punto fisiopatológico se producen sobre el pulmón dañado un conjunto de cambios que serán los responsables de los síntomas y signos que estos pacientes presenten (ilustración 4):

1. Disminución de la elasticidad, tabiques alveolares destruidos-enfisema, diafragmas aplanados, aumento de volumen residual, atrapamiento aéreo y mal control de secreciones-bronquiectasias.
2. El aumento en la resistencia de vía aérea da lugar a :
 - Aumento de la frecuencia respiratoria, que a su vez acorta el tiempo espiratorio siendo éste insuficiente para el vaciado pulmonar.
 - Aumento progresivo del volumen de aire intratorácico provocando dos consecuencias muy dañinas en la funcionalidad del pulmón (ilustración 5):

- ▶ hiperinsuflación dinámica progresiva
- ▶ la creación de una presión positiva no fisiológica al final de cada espiración denominada auto-PEEP o PEEP intrínseca.

Ilustración 4: Efectos fisiopatológicos del EPOC.

Fuente: curso Ventilación mecánica del SUMMA 112.



Ilustración 5: Efecto del atrapamiento aéreo: Hiperinsuflación dinámica y auto-peep.

Fuente: curso Ventilación mecánica del SUMMA 112.



Clínica

El diagnóstico de la EPOC agudizado se basa en la *sospecha clínica*, derivada de un cambio en la semiología y la potencial necesidad de modificación del tratamiento. Un paciente ya diagnosticado de la enfermedad, que presente un empeoramiento agudo/subagudo de los síntomas y signos respiratorios antes mencionados, hace pensar en una EPOC agudizada. Si el sujeto no está previamente diagnosticado de EPOC y no se dispone de espirometría, el diagnóstico deberá ser “agudización de una posible EPOC”. En este caso, tras superar la agudización, deberá realizarse un examen funcional para confirmar el diagnóstico.

- El aumento de la **disnea** es el síntoma fundamental de una agudización.
- **Otros síntomas:**
 - ▶ Aumento de la tos y/o del volumen de la expectoración o cambios en la coloración de esta. La expectoración puede pasar a ser purulenta, y en alguna ocasión incluso mostrar trazos de sangre.
 - ▶ Fiebre.
 - ▶ Taquipnea, cianosis si existe hipoxemia marcada.
 - ▶ Flapping o temblor en caso de hipercapnia.
 - ▶ Auscultación pulmonar con roncus y sibilantes (estos últimos sobre todo en sujetos hiperreactivos).
 - ▶ Aumento del trabajo respiratorio, uso de la musculatura ventilatoria accesoria, incoordinación toracoabdominal entre las partes superior e inferior del tórax.
 - ▶ En caso de fallo ventricular derecho e hipoperfusión/hipoxia renal podrán evidenciarse edemas en las partes declives.
 - ▶ En casos graves alteración del nivel de consciencia. La exploración física de los pacientes debe incluir

la toma de constantes vitales: frecuencias respiratoria y cardíaca, temperatura y tensión arterial.

Diagnóstico diferencial

Las enfermedades concomitantes son frecuentes en los pacientes con EPOC, y las agudizaciones deben diferenciarse de otras entidades que también pueden producir un deterioro de síntomas respiratorios: neumonía, insuficiencia cardíaca, tromboembolismo pulmonar, arritmias, traumatismos torácicos o neumotórax.

Valoración de la gravedad

Una vez establecido el diagnóstico de EPOC agudizada es muy importante evaluar la gravedad del episodio para decidir el manejo terapéutico más adecuado (Tabla 1).

Tabla 1 : Gravedad del episodio EPOC.

Fuente: tomada de Bibiano C. Manual de Urgencias. 3ª ed. Grupo SANED. Madrid. 2018

<p>Muy Grave o “Amenaza vital”</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Indicación directa IOT • Índice SaFi ($\text{SatO}_2/\text{FIO}_2$) < 150 • Inestabilidad Hemodinámica (TAS < 90 mmHg + signos hipoperfusión) • IAM no controlado o arritmias (TV) • Glasgow < 9. • Obstrucción Vía Aérea Sup. • Traumatismo facial • Traqueotomía. • Trauma torácico severo • Neumotórax no drenado.
------------------------------------	--

Grave	<ul style="list-style-type: none"> • Disnea grave • Índice SaFi ($\text{SatO}_2/\text{FIO}_2$) 150-319 • Frecuencia respiratoria ≥ 25 rpm • Cianosis de nueva aparición • Utilización de musculatura accesoria o incoordinación • Edemas periféricos de nueva aparición • $\text{SatO}_2 < 90\%$ • $\text{ETCO}_2 > 50$ mmHg (en paciente sin hipercapnia previa) • Comorbilidad significativa grave • Complicaciones (arritmias graves, IC...)
Moderado	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de todos los anteriores, pero: • Disnea moderada • Índice SaFi ($\text{SatO}_2/\text{FIO}_2$) 320-450 • Frecuencia respiratoria < 25 rpm • Comorbilidad no grave • Agudizaciones frecuentes (≥ 2 en el último año)
Leve	Ausencia de todos los anteriores

Leyenda: IOT: Intubación Orotraqueal; TAS: Tensión Arterial Sistólica., IAM: Infarto Agudo de Miocardio. TV: Taquicardia Ventricular.; rpm: respiraciones por minuto. IC: insuficiencia cardiaca.

Manejo ventilatorio

Oxigenoterapia

El objetivo de la oxigenoterapia es alcanzar una $\text{SatO}_2 \geq 90\%$, para limitar el riesgo de encefalopatía hipercápica.

El oxígeno se administra mediante mascarilla tipo Venturi (Ventimask®) en una concentración inicial del 24–28%, que posteriormente se irá ajustando hasta conseguir el objetivo propuesto. Para ello, se realiza control de la pulsioximetría evitando superar satO_2 90-92%.

Ilustración 5. Mascarilla Venturi.

Comisión de Ventilación SUMMA112



En los traslados largos con pacientes EPOC agudizados moderados, una vez superada la fase aguda, la oxigenoterapia puede aplicarse mediante gafas nasales, mejor toleradas por el paciente, a un flujo de 1–2 l/min.

Ilustración 6. Cánulas nasales.

Comisión de Ventilación SUMMA112



Ventilación mecánica no invasiva (VMNI)

- Antes de iniciar esta terapia debemos tener en cuenta sus indicaciones y contraindicaciones. [Ver capítulo de VMNI](#)

Específicamente, en el paciente EPOC agudizado valorar uso de VMNI cuando exista:

- ▶ Respiración espontánea. Colaboración.
 - ▶ Disnea moderada-intensa.
 - ▶ Gran trabajo respiratorio.
 - ▶ Taquipnea >25 rpm.
 - ▶ Índice SaFi < 320 ó SpO₂ <90% aplicando oxigenoterapia con FIO₂>50%.
 - ▶ No contraindicación.
- Programación: programar en modalidad BiPAP (CPAP+ Presión de soporte) para eliminar la retención de CO₂. ver programación de VMNI ([ver capítulo](#)).

Ventilación mecánica invasiva (VMI):

Se realizará cuando en el paciente fracase la VMNI o tenga indicación directa de su uso.

Indicaciones:

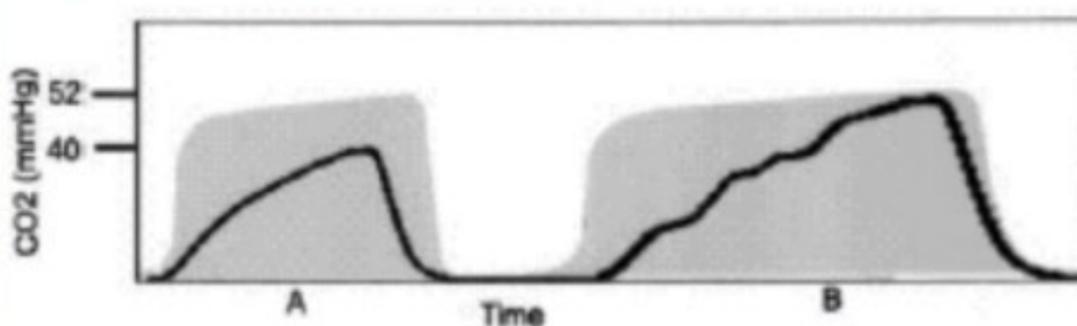
- Disnea moderada-intensa o gran trabajo respiratorio.
- Taquipnea > 25 rpm.
- Glasgow < 9.
- Inestabilidad hemodinámica.
- Índice SaFi < 150.
- Contraindicación de VMNI.

Parámetros: Se realizará una programación por volumen control para tener una monitorización de la presión pulmonar que realiza el paciente, debido al riesgo

de barotrauma que existe en ellos. [Ver capítulo de programación.](#)

Monitorización y seguimiento

- **Pulsioximetría:** mantener SaO_2 en torno al 90-91% sin sobrepasar estos valores por el riesgo de encefalopatía hipercápnica que provoca en este tipo de pacientes.
- **Capnometría y capnografía**



Fuente: capnografia-y-pulsioximetria-65-728.jpg (728×546) (slidesharecdn.com)

La capnografía mostrará la imagen en “aleta de tiburón” debido a la espiración alargada y retención de CO_2 .

Manejo farmacológico

Broncodilatadores

Los de acción corta son los de elección en el tratamiento de la agudización, **salbutamol inhalado**, al que puede añadirse anticolinérgicos de acción corta, **bromuro de ipratropio**. Pueden usarse con dosificador o en cámara de inhalación.

En situación de pandemia está en desuso la administración en forma de nebulización (aerosolterapia) de estos fármacos. Con la administración inhalada se ha demostrado una mejor llegada del fármaco a su destino en los pacientes graves³, que precisan dosis elevadas de medicación.

En pacientes con hipercapnia, la medicación nebulizada debe ser liberada mediante aire comprimido o con un

sistema de propulsión por oxígeno que garantice que la FiO_2 permanece estable. Los sistemas de oxígeno de flujo elevado son desaconsejables por la posibilidad de empeorar la hipercapnia y la acidosis.

Metilxantinas endovenosas

En la actualidad no se recomienda su uso por la potencial aparición de efectos secundarios³.

Corticoides

Los esteroides sistémicos acortan el tiempo de recuperación de la EPOC agudizada, pueden mejorar la función pulmonar y disminuyen los fracasos terapéuticos.

Se administra mediante un bolo endovenosos de **Hidrocortisona 1,5-2,5 mg/kg** o **metildprenisolona 1-2mg/kg**.

Los corticoides nebulizados pueden constituir una alternativa eficaz y segura a los corticoides sistémicos en agudizaciones no graves. La dosis recomendada es en este caso de 2 mg/6-8 h.



(*) El tratamiento, cuando el paciente es trasladado en SVB, es administrado previamente por el SVA que ha valorado al paciente.

Fármaco	Presentación	Posología
Salbutamol	Salbutamol inhalador 100mcg/puls.	200-400mcg ó 2-4 pulsaciones.
	Ampollas para nebul. 2,5mg/2,5ml- 5mg/2,5ml	2,5-10 mg nebulizado cada 4-6 h.
Bromuro Ipatropio	Bromuro de Ipratropio 20 mcg/puls.	40mcg ó 2 pulsaciones cada 8 h.
	Ampollas para nebul. 250mcg/2ml- 500mcg/2ml	500 mcg cada 8 h, máximo 2 mg en 24 h.
Corticoide		
Prednisona	Prednisona oral 2.5mg-5 mg-10mg- 30mg y 50 mg	Pauta corta de 0,5mg/kg al día durante 3-5 días.
Budesonida	Ampollas para nebul. 0,25mg/ml-0,5mg/ml	2 mg nebulizado cada 6-8 h.
Hidrocortisona	Ampollas iv 100mg/2ml	Bolo inicial de 1,5-2,5 mg/Kg.
Metilprednisolona	Ampollas iv ó im 20mg/ml-40mg/ml	Bolo inicial de 1-2mg/Kg iv ó im.

Leyenda: mcg: milicentigramos; puls: pulsaciones;
nebul: nebulizar; mg: miligramos; ml: mililitro. H.: horas;
iv: intravenoso; im: intramuscular. Kg: kilogramo.



A recordar | Puntos clave

- **Tendencia a la AUTOPEEP:** Los pacientes con agudización de la EPOC tienen tendencia a realizar AUTOPEEP, atrapamiento aéreo e hiperinsuflación dinámica.
- La **modalidad de VMNI** preferente es la **BiPAP** debido a que al meter 2 niveles de presión, además de oxigenar favorecemos la eliminación del CO_2 que ha retenido el paciente.
- **¡Ojo con la retención!:** en los pacientes EPOC es importante no **aplicar FiO_2 elevadas o sistemas de nebulización con oxígeno** por el riesgo de hipercapnia. Se debe evitar los sistemas de nebulización a no ser que se apliquen con aire comprimido o con un sistema de propulsión por oxígeno que garantice que la FiO_2 permanece estable.

Bibliografía

1. Jiménez Murillo L, Montero Pérez F.J. Medicina de Urgencias y Emergencias. Guía diagnóstica y Protocolos de Actuación. 4ª ed. Elsevier. Barcelona. 2009.
2. Garrote I. Manual del Transporte Aéreo Medicalizado, Ala fija y HEMS. Formación Alcalá. Jaén. 2019.
3. Bibiano C. Manual de Urgencias. 3ª ed. Grupo SANED. Madrid. 2018
4. Anzueto A, Sethi S, Martínez FJ. Exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. Proc Am Thorac Soc. 2007;4:554-564.
5. Appleton S, Jones T, Poole P, Pilotto L, Adams R, Lasserson TJ, et al. Ipratropium bromide versus short acting beta-2 agonists for stable chronic obstructive pulmonary disease. Cochrane Database of Systematic Reviews. (Issue 3):2008. Art. No.: CD001387. DOI: 10.1002/14651858.CD001387.pub2
6. Calverley PMA, Anderson JA, Celli B, Ferguson GT, Jenkins C. Salmeterol and fluticasone propionate and survival in chronic obstructive pulmonary disease. N Engl J Med. 2007;356:775-789.
7. Global initiative for Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic pulmonary disease (updated 2007) [consultado 7/11/2007]. Disponible en: www.goldcopd.org
8. McCrory DC, Brown CD. Anticholinergic bronchodilators versus beta2-sympathomimetic agents for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. Cochrane Database of Systematic Reviews. (Issue 1):2003. Art. No.: CD003900. DOI: 10.1002/14651858.CD003900.
9. Miravittles M, Monsó E, Mensa J, Aguarón Pérez J, Barberán J, Bárcena Caamaño M, et al. Antimicrobial treatment of exacerbation in chronic obstructive pulmonary disease: 2007 consensus statement. Arch bronconeumol. 2008;44:100-108.
10. Quon BS, Gan WQ, Sin DD. Contemporary management of acute exacerbation of COPD: a systematic review and metaanalysis. Chest. 2008;133:756-766.
11. Ram FSF, Rodríguez-Roisin R, Granados-Navarrete A, García-Aymereich J, Barnes NC. Antibiotics for exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. Cochrane Database of Systematic Reviews. (Issue 2):2006. Art. No.: CD004403. DOI:10.1002/14651858.CD004403.pub2
12. Singh S, Loke YK, Furberg CD. Inhaled anticholinergics and risk of major adverse cardiovascular events in patients with chronic obs-

- tructive pulmonary disease. A systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2008;300:1439-1450.
13. Sweet DD, Naismith A, Keenan SP, Sinff T, Dodek PM. Missed opportunities for noninvasive positive pressure ventilation: a utilization review. *J Crit Care*. 2008;23:111-117.
 14. Walters JAE, Walters EH, Wood-Baker R. Oral corticosteroids for stable chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. (Issue 3):2005. Art. No.: CD005374. DOI: 10.1002/14651858.CD005374.
 15. Wood-Baker RR, Gibson PG, Hannay M, Walters EH, Walters JAE. Systemic corticosteroids for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. (Issue 1):2005. Art. No.: CD001288. DOI:10.1002/14651858.CD001288.pub2



Asma

Índice de capítulo

Definición	155
Fisiopatología asma	155
¿Qué consecuencias desfavorables producirá el fenómeno de hiperinsuflación dinámica en el paciente ventilado mecánicamente?	157
Clínica crisis asmática	160
Diagnóstico diferencial del paciente con sibilancias	161
Manejo ventilatorio	161
1. Oxigenoterapia.	161
2. Ventilación mecánica no invasiva (VMNI).	162
3. Ventilación mecánica invasiva (VMI).	163
Monitorización y seguimiento	164
Manejo farmacológico	165
A recordar Puntos clave	169

Asma

Isabel Canales Corcho

Laura Pastor Cabanillas

Definición

El asma es una enfermedad crónica en la que se produce una obstrucción variable al flujo aéreo (sobre todo espiratorio), potencialmente reversible, debida a una hiperreactividad bronquial (puede asociarse a diversos factores desencadenantes).

Fisiopatología asma

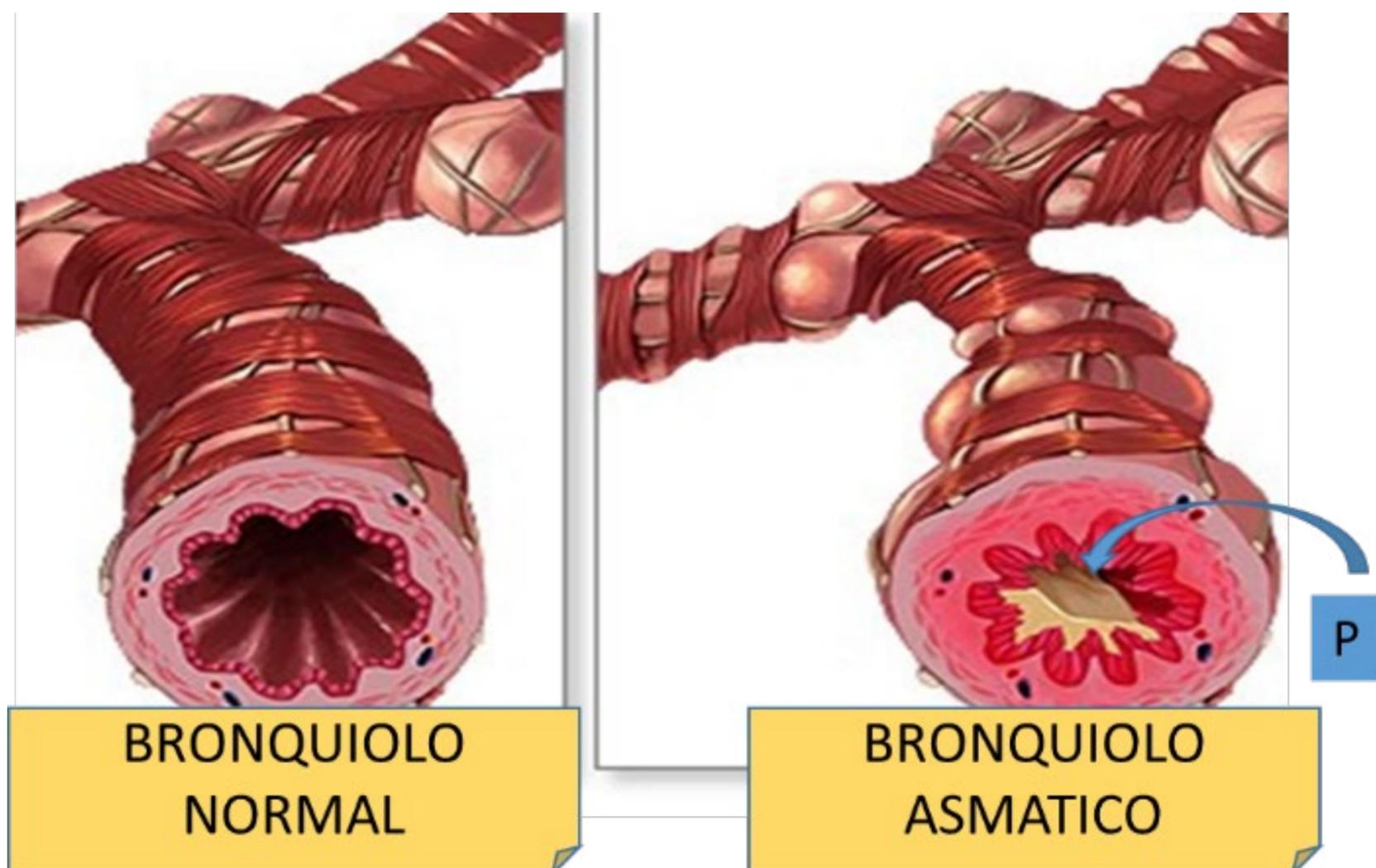
El asma se caracteriza por la obstrucción reversible de la vía aérea. Esta obstrucción puede estar causada por factores como :

- Inflamación.
- Edema.
- Broncoconstricción.
- Presencia de tapones mucosos.

La obstrucción va a provocar **un aumento de la resistencia de las vías respiratorias** limitando el flujo aéreo (sobre todo espiratorio) produciendo un cierre prematuro de la vía aérea. La consecuencia será un mayor gradiente de presión en la vía aérea para mantener la ventilación alveolar aumentando de esta forma el trabajo de los músculos respiratorios.

Figura 1: Imagen de la obstrucción del bronquio.

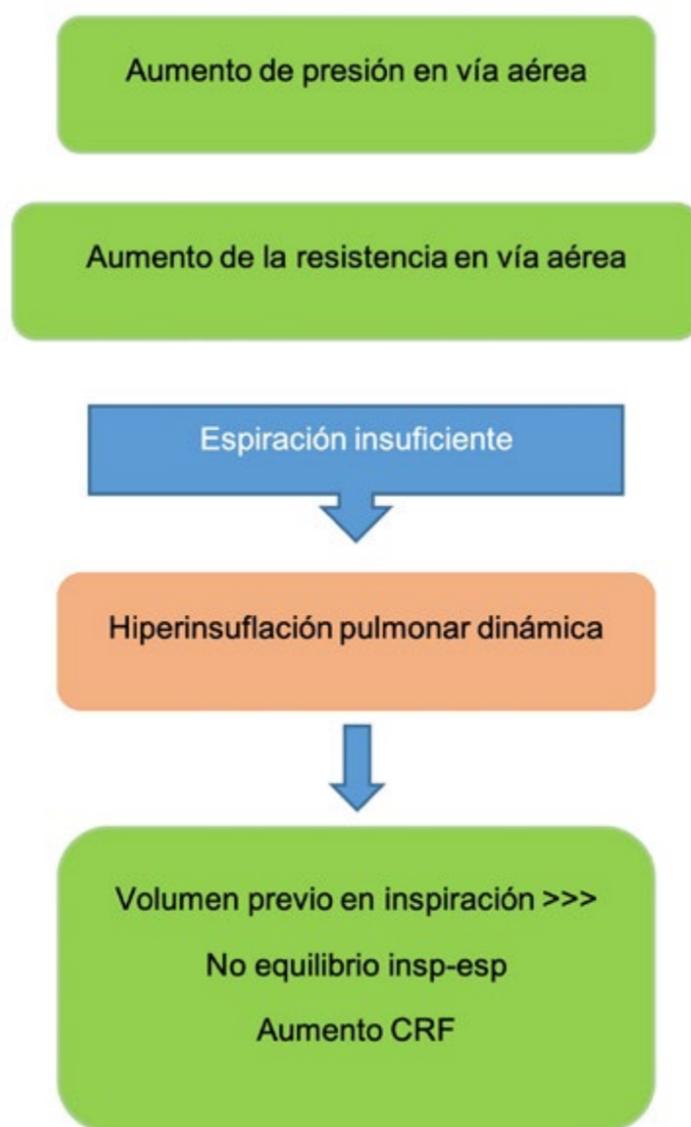
Fuente: https://www.avancesenrespiratorio.com/patologia_epoc_na
Curso de Ventilación Mecánica. Comisión de Ventilación SUMMA 112.



Al aumentar la resistencia, el tiempo espiratorio comienza a ser insuficiente para que el paciente retorne a la Capacidad Residual Funcional (CRF) en cada ciclo respiratorio, generando el **fenómeno de hiperinsuflación dinámica asociado al atrapamiento aéreo**.

Figura 2: Fisiopatología.

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA 112.



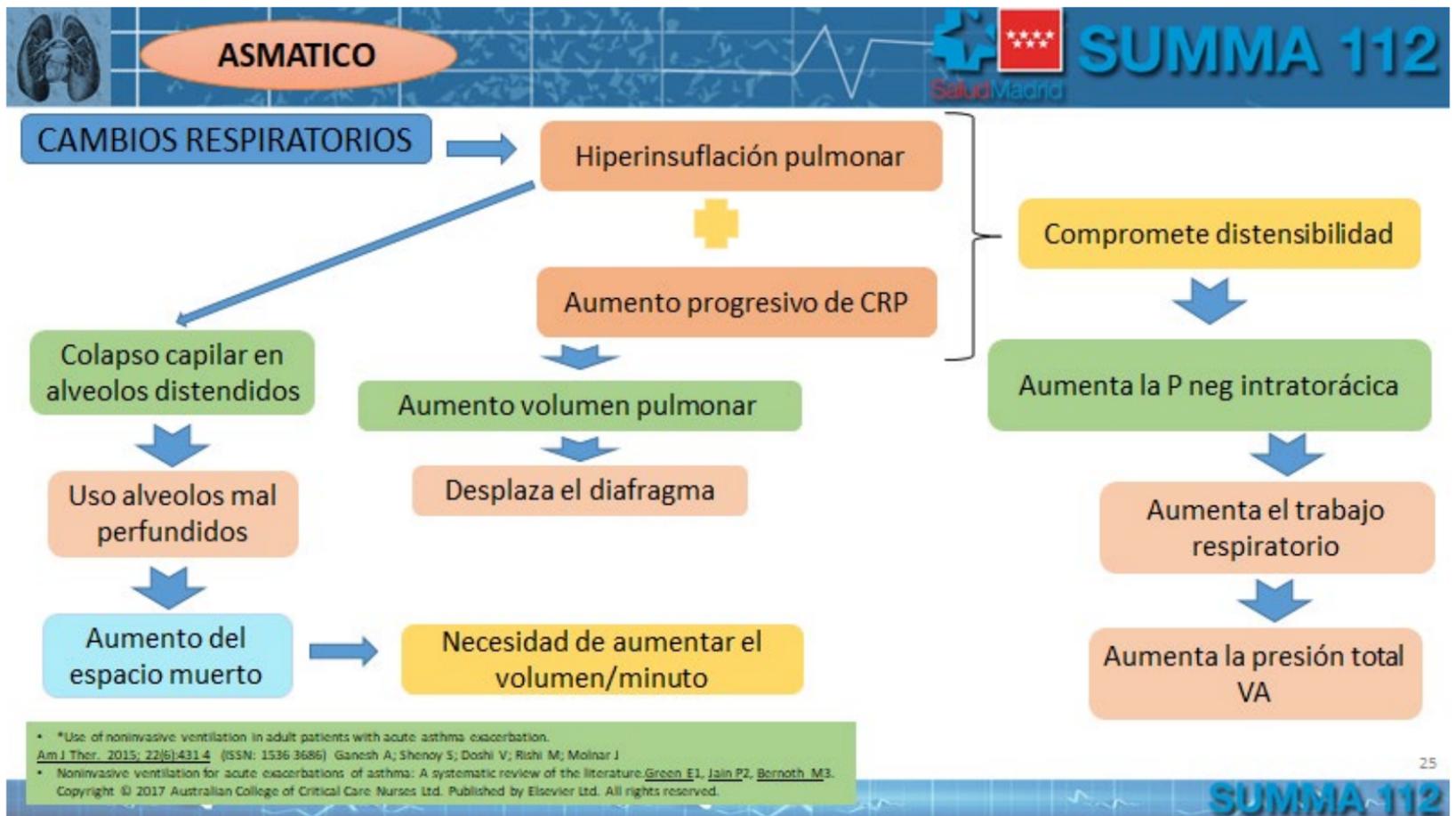
Leyenda: insp: inspiración, esp: espiración, CRF: capacidad residual funcional

¿Qué consecuencias desfavorables producirá el fenómeno de hiperinsuflación dinámica en el paciente ventilado mecánicamente?

- **AutoPEEP o PEEP intrínseca:** Presión alveolar no programada extrínsecamente y que es mayor que la presión barométrica al final de la espiración.
- **Disminución de la compliance o distensibilidad pulmonar:** El aumento progresivo de la CRF disminuirá la elasticidad pulmonar, aumentando la presión necesaria que el paciente tiene que realizar para introducir el volumen tidal (VT) en cada ciclo respiratorio.
- **Cambios en la posición del diafragma:** Aplanamiento del diafragma por aumento de los volúmenes pulmonares disminuyendo su eficiencia. Es el responsable del 75-80% del trabajo inspiratorio.

Figura 3: Fisiopatología.

Fuente: Curso de Ventilación Mecánica. Comisión de Ventilación SUMMA 112.

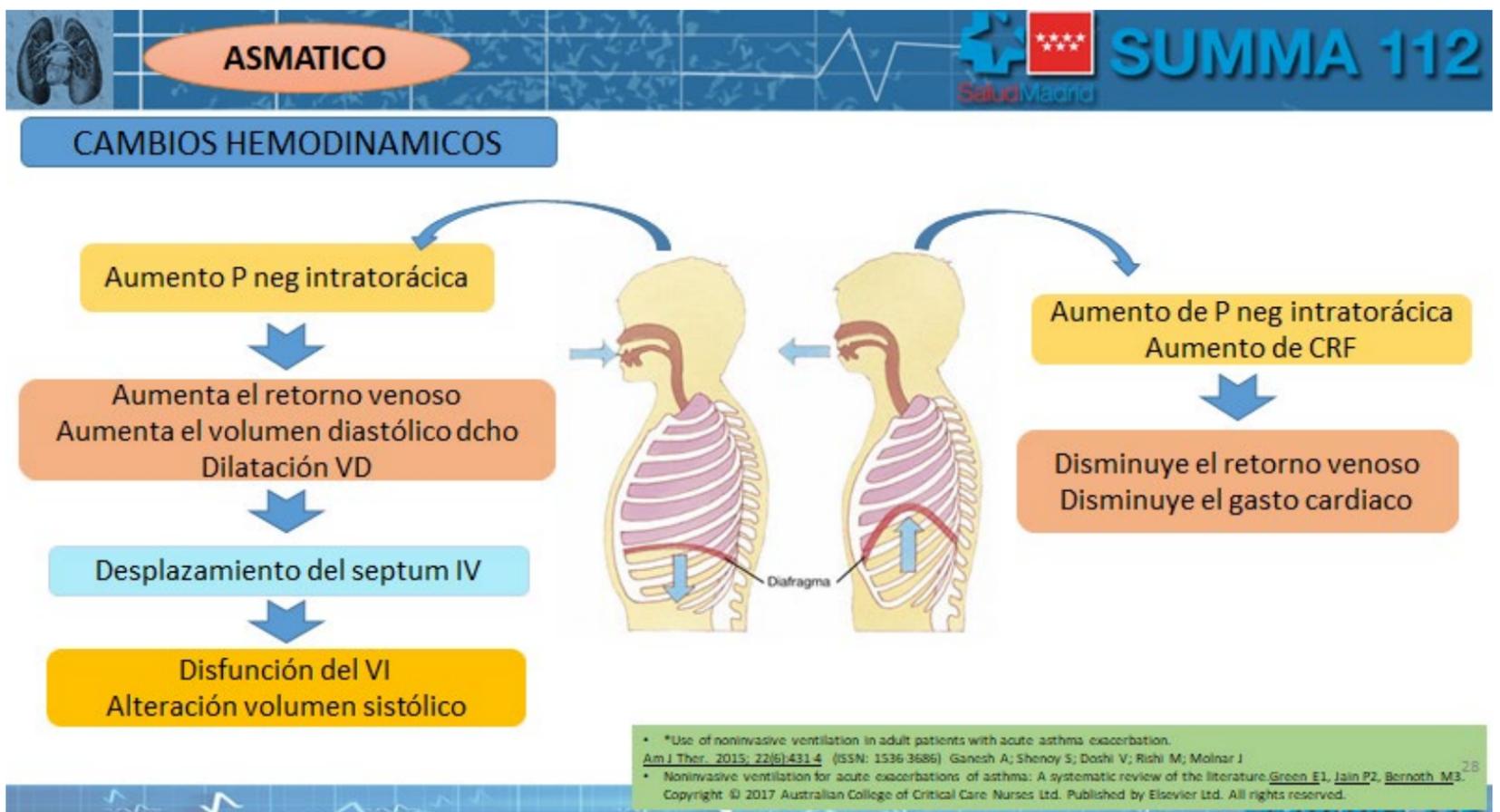


Todo ello va a generar un aumento del trabajo de los músculos respiratorios para mantener un volumen y un flujo constantes.

- **Cambios hemodinámicos:** El aumento de la presión intratorácica generará una disminución del retorno venoso y del gasto cardiaco.

Figura 4: Cambios hemodinámicos.

Fuente: Curso de Ventilación Mecánica. Comisión de Ventilación SUMMA 112.



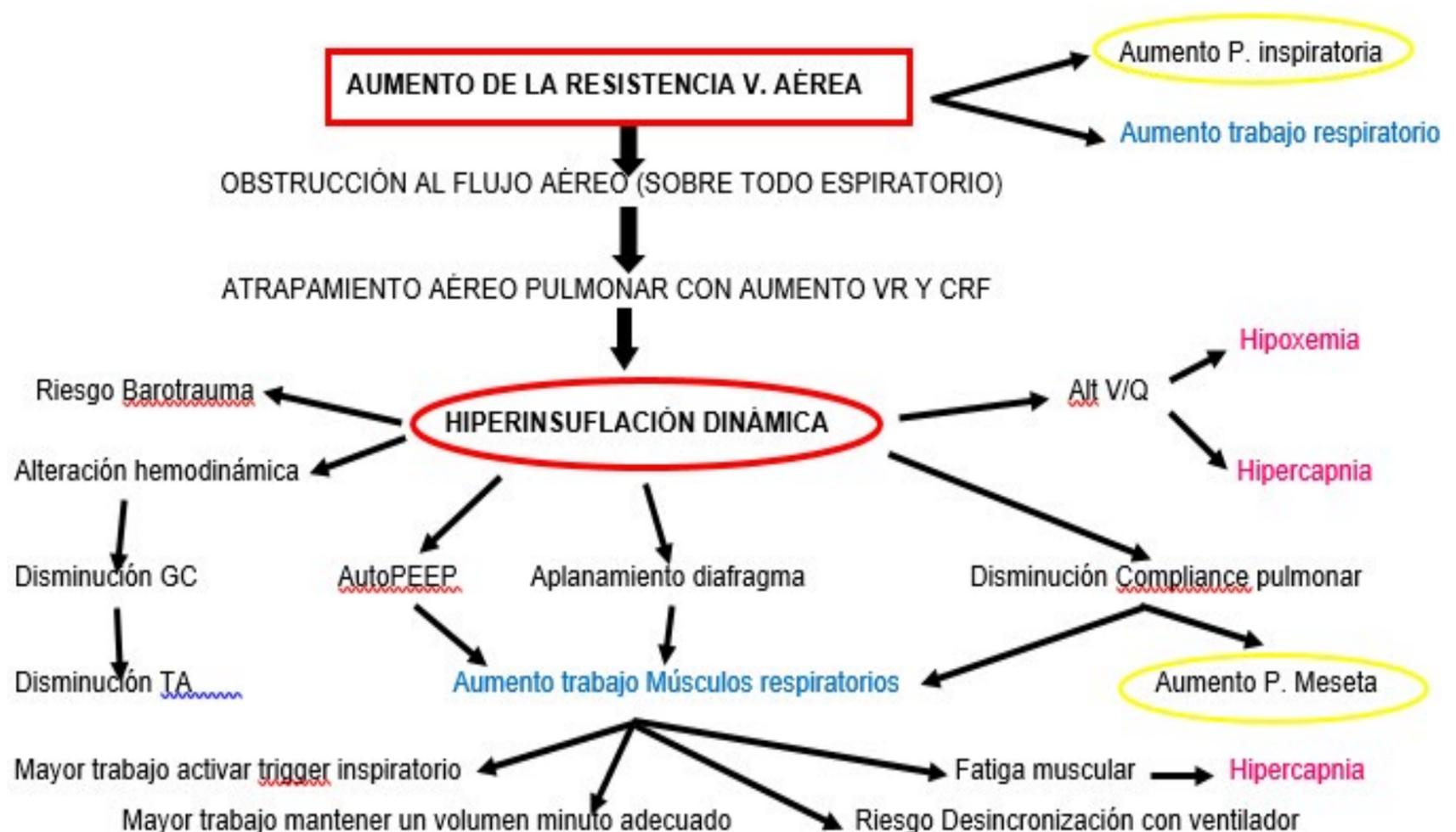
- **Alteración relación Ventilación/perfusión (V/Q):**
 - ▶ *Aumento del efecto espacio muerto* (alvéolos bien ventilados pero mal perfundidos) por colapso de capilares debido a la sobredistensión de los alvéolos.
 - ▶ *Aumento del efecto Shunt* (alvéolos bien perfundidos y mal ventilados): zonas atelectásicas por obstrucción completa de vía aérea periférica.

Por tanto, en el pulmón asmático nos encontramos con zonas atelectásicas y zonas sobredistendidas.

El resultado final será la necesidad de un volumen minuto (VM) más alto para mantener una ventilación adecuada.

Figura 5: Cuadro resumen Fisiopatología Crisis asmática.

Autor Isabel Canales Corcho, miembro Comisión Ventilación SUMMA 112.



Legenda: Alt V/Q: alteración ventilación/perfusión, GC: gasto cardíaco, TA: tensión arterial, VR: volumen residual, CRF: capacidad residual funcional.

Clínica crisis asmática

Se define como un episodio agudo o subagudo que se caracteriza por un aumento progresivo de uno o más de los síntomas típicos:

- Disnea.
- Tos.
- Sibilancias.
- Opresión torácica.

Junto a una disminución de los flujos espiratorios.

Tabla 1. Evaluación gravedad de las crisis asmáticas.

Fuente: Adaptado de Gema 5.1, (www.gemasma.com).

Guía española para el manejo del asma. 2021.

	Crisis leve	Crisis moderada	Crisis grave	Crisis vital
Disnea	Leve	Moderada	Intensa	Respiración agónica, parada respiratoria
Habla	Párrafos	Frases	Palabras	Ausente
Frecuencia respiratoria (x')	Aumentada	> 20	> 25	Bradipnea, apnea
Frecuencia cardíaca (x')	< 100	> 100	> 120	Bradicardia, parada cardíaca
Presión arterial	Normal	Normal	Normal	Hipotensión
Uso musculatura accesoria	Ausente	Presente	Muy evidente	Movimiento paradójico toracoabdominal, o ausente
Sibilancias	Presentes	Presentes	Presentes	Silencio auscultatorio
Nivel de consciencia	Normal	Normal	Normal	Disminuido o coma
FEV₁ o PEF (valores referencia)	> 70 %	< 70 %	< 50 %	No procede
SaO₂	> 95 %	< 95 %	< 90 %	< 90 %
PaO₂ mm Hg	Normal	< 80 (hipoxemia)	< 60 (insuficiencia respiratoria parcial)	< 60
PaCO₂	Normal	< 40	< 40	> 45 (insuficiencia respiratoria hipercápica)

FEV₁: volumen espiratorio forzado en el primer segundo; PEF: flujo espiratorio máximo; x': por minuto; SaO₂: Saturación de oxihemoglobina; PaO₂: presión arterial de oxígeno; PaCO₂: presión arterial de anhídrido carbónico.

Diagnóstico diferencial del paciente con sibilancias

- Infección de la vía aérea superior,
- Neumonía ,
- EPOC (enfermedad pulmonar obstructiva crónica).
- Insuficiencia cardíaca,
- Bronquitis crónica,
- Reflujo gastroesofágico ,
- Síndrome coronario agudo,
- Embolia pulmonar,
- Cuerpo extraño en la vía aérea,
- Neumotórax,
- Fibrosis quística,
- Disfunción de las cuerdas vocales,

Manejo ventilatorio

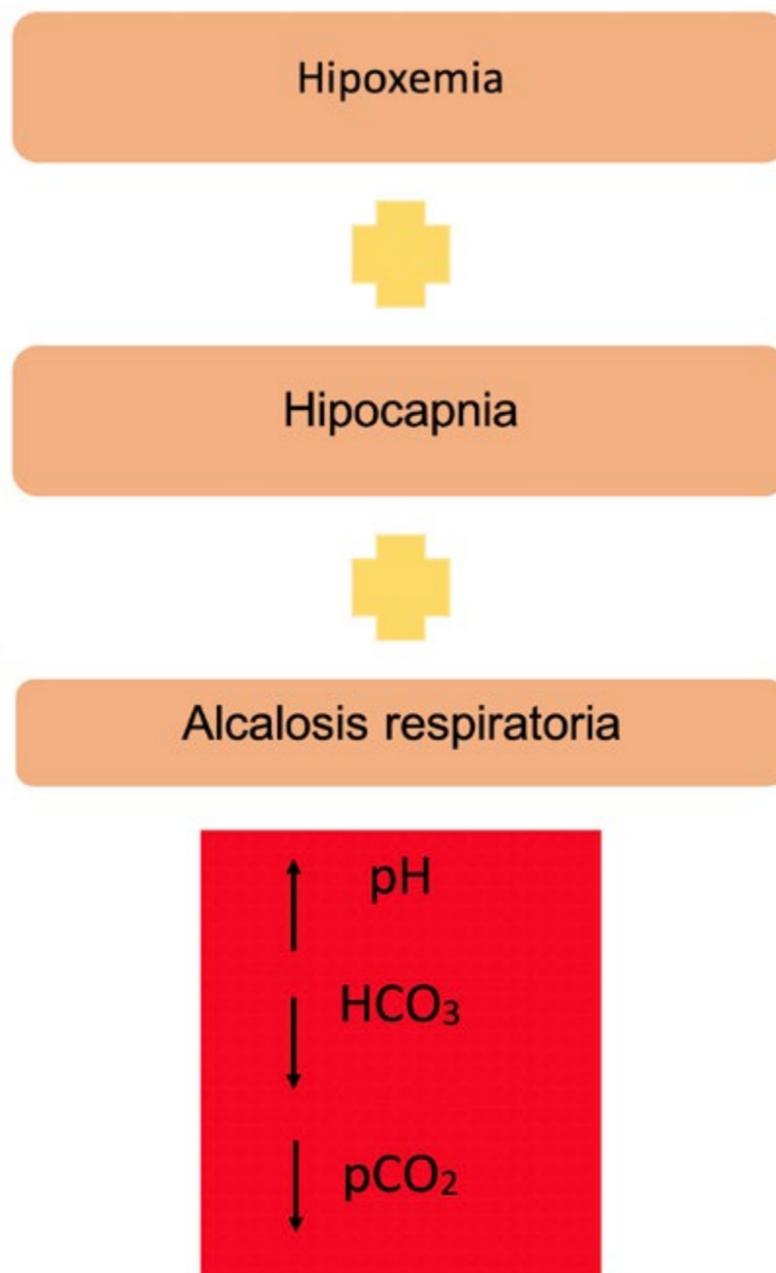
1. Oxigenoterapia.

El trastorno más frecuente de los gases sanguíneos en la agudización asmática es la hipoxemia con hipocapnia y alcalosis.

La hipoxemia es secundaria a la alteración V/Q y se corrige rápidamente con oxígeno a FiO_2 moderadas (40-60%) siendo el objetivo mantener $SpO_2 \geq 92\%$. Hay que ser cuidadoso en aquellos enfermos con riesgo de hiper-capnia, administrando O_2 a la menor concentración para mantener una SpO_2 adecuada.

Figura 6. Resumen trastornos gases.

Fuente: Curso de Ventilación Mecánica. Comisión de Ventilación SUMMA 112.



2. Ventilación mecánica no invasiva (VMNI).

El uso de la VMNI en crisis asmáticas sigue siendo un tema controvertido y es necesario ensayos clínicos aleatorizados, doble ciegos y randomizados con adecuado tamaño muestral y correcta metodología antes de poder recomendarlo en la práctica clínica habitual.

Actualmente el nivel de evidencia de VMNI en asma es C (basados en experiencias clínicas, estudios descriptivos o informes de Comités de Expertos).

La evidencia, aunque escasa, ha demostrado que en pacientes seleccionados adecuadamente, sin contraindicaciones y con una estrecha monitorización es una alternativa segura.

Tabla 2. Selección de Pacientes Asmáticos VMNI.

- Crisis asmática moderada-severa con escasa respuesta al tratamiento médico de primera línea (broncodilatadores inhalados, oxígeno, corticoides sistémicos y sulfato de magnesio).
- Estable hemodinámicamente.
- Nivel de conciencia adecuado que permita colaboración del paciente.
- No contraindicaciones generales de utilización de VMNI

Selección de Modalidad ventilatoria en VMNI asma:

Podemos aplicar de inicio CPAP o BiPAP. La ventaja de utilizar directamente BiPAP en estos pacientes es aliviar en mayor medida el trabajo de los músculos respiratorios ya que:

El uso de la PEEP extrínseca contrarresta la PEEP intrínseca y es más fácil para el paciente comenzar la inspiración (activar trigger inspiratorio).

El uso de la IPAP produce una ayuda adicional a los músculos inspiratorios para superar la limitación al flujo de aire y la sobredistensión pulmonar, aumentando el VT.

Se debe realizar una estrecha monitorización y prueba corta de adaptación a la VMNI. No se debe retrasar el inicio de ventilación mecánica invasiva si no hay mejoría del paciente.

Programación: [ver programación VMNI en asma](#)

3. Ventilación mecánica invasiva (VMI).

El asma aguda grave que precisa VMI se encuentra entre las enfermedades más difíciles de tratar ventilatoriamente.

Tabla 3. Selección de Pacientes Asmáticos VMI.

- Crisis asmática moderada-severa con escasa respuesta al tratamiento médico de primera línea (broncodilatadores inhalados, oxígeno, corticoides sistémicos y sulfato de magnesio) y a la VMNI.
- Criterios de paro respiratorio inminente.

Selección de Modalidad ventilatoria en VMI asma:

Ningún estudio ha demostrado cuál es el mejor modo en controlada asistida. Habrá que utilizar el modo en el cual el paciente esté mejor adaptado y con menor riesgo de complicaciones.

Parámetros iniciales:

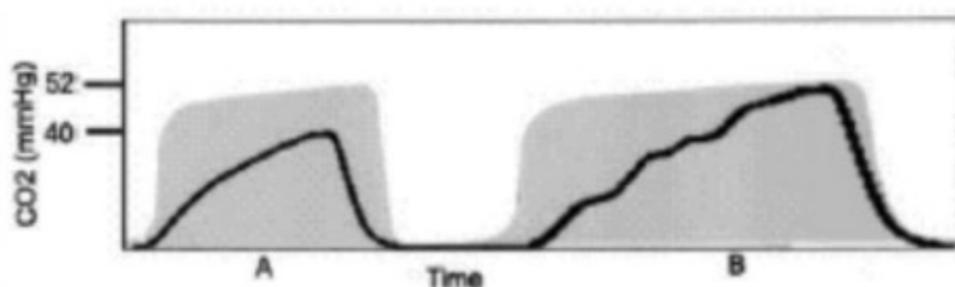
Comenzar con estrategia de ventilación mecánica protectora, teniendo en cuenta la importancia de un tiempo espiratorio adecuado para evitar o tratar la AutoPEEP.

Valores de Programación en ASMA Volumen Control (VC): [ver programación](#).

Monitorización y seguimiento

- **Pulsioximetría:** mantener $SapO_2 > 93 \%$, aunque en el caso de embarazadas o pacientes con comorbilidad cardíaca es aconsejable $SapO_2 > 95 \%$.
- **Capnometría y capnografía**

Figura 7.

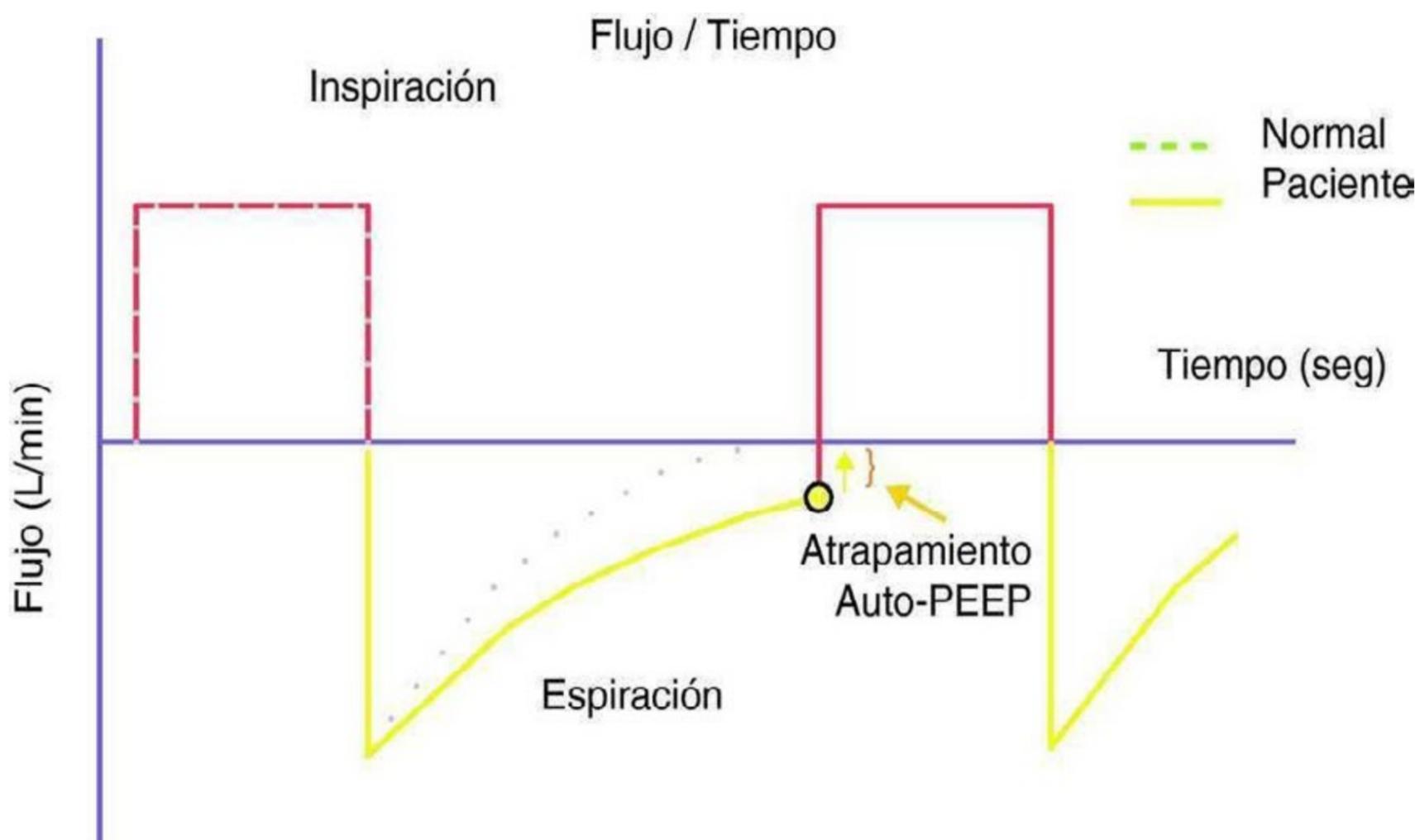


La capnografía mostrará la imagen en “aleta de tiburón” debido a la espiración alargada y retención de CO_2 .

- **Monitorización de la AutoPEEP en pacientes con VMI**
 - ▶ Curva flujo/tiempo: flujo al final de espiración no llega a cero.
 - ▶ Curva presión/tiempo: aumento de PIP y Pplat (si sólo obstrucción al flujo aéreo, solo $>$ PIP)

Figura 8. Representación esquemática de la Auto PEEP en una curva de flujo-tiempo

Obsérvese la disposición normal de la primera curva en contraste con las dos siguientes en las que la rama espiratoria no retorna a cero y se produce la onda inspiratoria antes de ese valor.



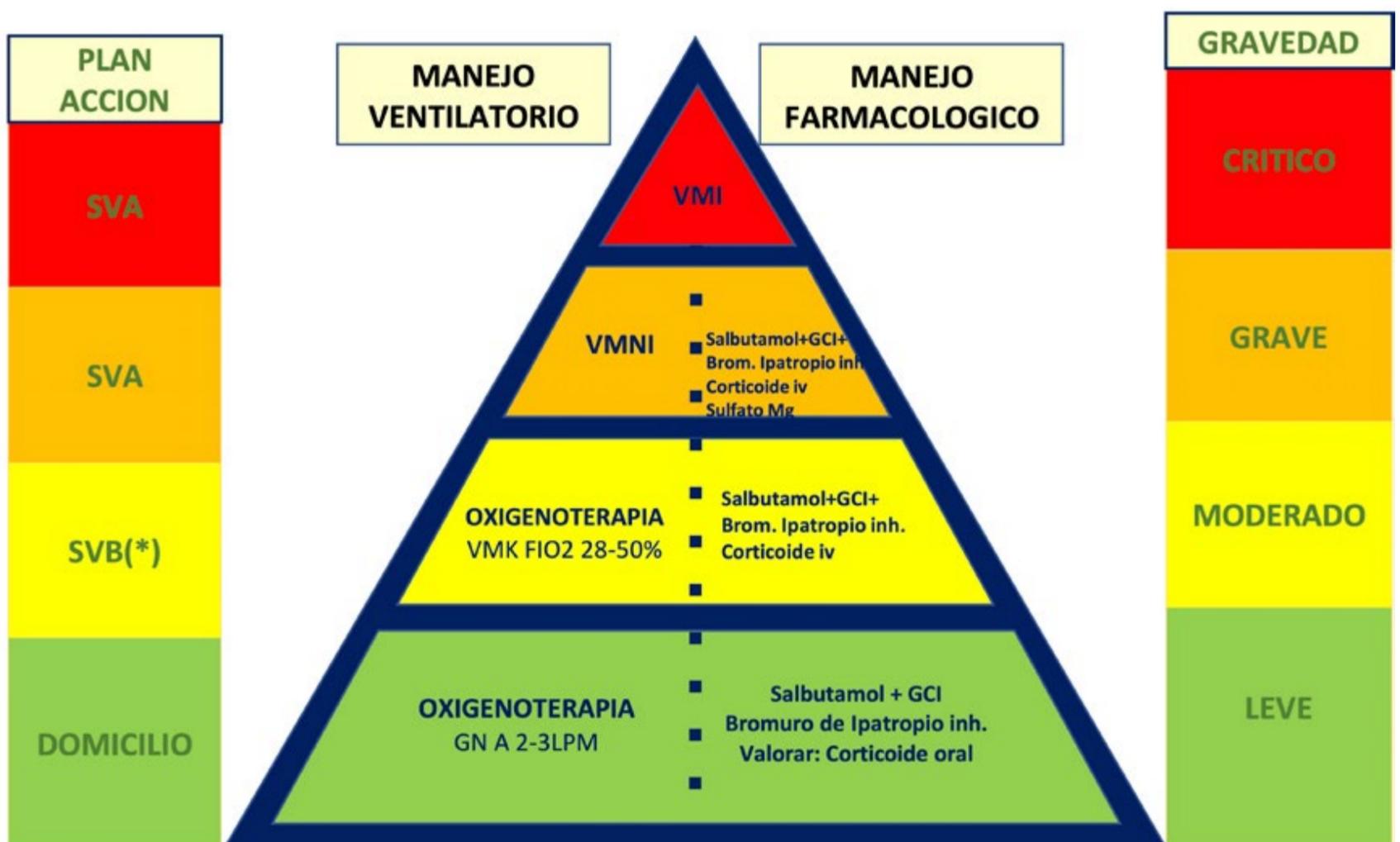
Med Intensiva. 2011;35:288-98

Manejo farmacológico¹⁻³

Los objetivos generales serán mantener una oxigenación adecuada y reducir la obstrucción y la inflamación de la vía aérea.

- Todos los pacientes con agudización deben recibir **B2 agonistas de acción corta. SABA** (Salbutamol) para revertir la obstrucción de la vía aérea. Como primera elección, está indicada la vía inhalada/nebulizada dejando la administración intravenosa como segunda opción cuando no responden al tratamiento inhalado.
- Para el control de la inflamación se usan los **glucocorticoides inhalados** (GCI) iniciando el efecto antes que los sistémicos, especialmente la fluticasona. Reducen la necesidad de ingreso, especialmente cuando el paciente no tiene indicación de corticoide.
- La administración de **corticoides orales o intravenosos** tienen efectos equivalentes. La dosis diaria no debe superar los 160 mg de metilprednisolona o los 800 mg de hidrocortisona, repartidos en 4 tomas, ya que dosis más elevadas no parecen aportar mayores beneficios.
- Los **anticolinérgicos** son de utilidad para incrementar la broncodilatación, demostrándose la reducción de ingresos hospitalarios al utilizarlos asociados a SABA y corticoides inhalados. Aportan un beneficio adicional a los SABA, pero no son adecuados como broncodilatador de primera elección.
- La **aminofilina** como monoterapia es inferior a los SABA. Añadirle a los otros tratamientos aporta poco beneficio e incrementa los efectos secundarios.
- No está clara la indicación del **sulfato de magnesio**. En las exacerbaciones muy graves, con FEV1 < 30 %, su administración en dosis de 2 g i.v. a pasar en 20 min reduce la tasa de ingresos hospitalarios. Por vía nebulizada, en dosis de 145-384 mg en solución isotónica ha mostrado mejoría en la función pulmonar en exacerbaciones graves cuando se utiliza añadido a SABA inhalados.

Figura 9.



(*) El tratamiento, cuando el paciente es trasladado en SVB, es administrado por el SVA que ha valorado previamente al paciente. Leyenda. GCI:Glucocorticoide inhalado

Tabla 4. Fármacos y dosis en el tratamiento de la Crisis Asmática.

Fuente: Adaptado de Gema 5.1, (www.gemasma.com).
Guía española para el manejo del asma. 2021.

Fármaco	Presentación	Posología
Salbutamol	Salbutamol inhalador 100mcg/puls.	pMDI + cámara: 200-800 µg (2-8 inhalaciones de 100 µg/puls) cada 10-15 min durante la 1ª hora
	Ampollas para nebul. 2,5mg/2,5ml-5mg/2,5ml	NEB intermitente: 2,5-5 mg cada 20 min durante la 1ª hora

Bromuro de Ipratropio	Bromuro de Ipratropio 20 mcg/puls.	pMDI + cámara: 80-160 µg (4-8 inhalaciones de 20 µg/puls) cada 10-15 min
	Ampollas para nebul. 250mcg/2ml- 500mcg/2ml	NEB intermitente: 0,5 mg cada 20 min
Corticoide		
Prednisona	Prednisona oral 2.5mg-5 mg-10mg- 30mg y 50 mg	VO al alta: 50 mg cada 24 horas (5-7 días) VO ingreso: 20-40 mg cada 12 horas
Budesonida	Ampollas para nebul. 0,25mg/ml- 0,5mg/ml	pMDI + cámara: 800 µg (4 inhalaciones de 200 µg/puls) cada 10-15 min NEB: 0,5 mg cada 20 min durante la 1a hora
Hidrocortisona	Ampollas iv 100mg/2ml	IV: 100-200 mg cada 6 horas
Propionato de fluticasona	<i>Propionato de Fluticasona inhalador</i> 250 µg/puls	pMDI + cámara: 500 µg (2 inhalaciones de 250 µg/puls) cada 10-15 min
Sulfato de Mg	Ampollas iv 1,5gr.	Bolo inicial 2gr a pasar en 20 min.

Leyenda: pMDI: inhalador presurizado; NEB: nebulización; IV: intravenoso

Alternativa ante fracaso de los previos

Salbutamol	Salbutamol ampollas iv 100mcg/puls.	IV: 200 µg en 30 min seguido por 0,1-0,2 µg/kg/min
Sulfato de Mg	Ampollas 1,5gr.	NEB: 145-384 mg en solución isotónica



A recordar | Puntos clave

- El **asma** se caracteriza por obstrucción al flujo aéreo generando **AutoPEEP**.
- **Importancia** de saber **detectar, monitorizar y tratar la AutoPEEP** en el paciente asmático para ventilar correctamente al paciente.
- Existe una **utilización segura de VMNI** en pacientes asmáticos seleccionados adecuadamente, sin contraindicaciones y con monitorización estrecha.
- En **VMI**, puede utilizarse modos por Volumen o por Presión, utilizando estrategias de **ventilación mecánica protectora**.

Bibliografía

1. Plaza V, Alobid I, Alvarez C, Blanco M, Ferreira J, García G, et al. Guía española para el manejo del asma (GEMA) versión 5.1. Aspectos destacados y controversias. Arch Bronconeumol. 2021. Disponible en: <https://gemasma.com>
2. SEAIC, SEMERGEN, SemFYC, SEMG, SEPAR. Criterios de derivación en asma. Documento de consenso. 2018.
3. Bibiano C. Manual de Urgencias. 3ª ed. Grupo SANED. Madrid. 2018
4. Rodrigo C. Asma aguda severa: su manejo en la emergencia y cuidado intensivo. Med. Intensiva Vol 30 nº9. Dic 2006.
5. Steen B. Manejo en la crisis de asma en urgencias. Fundación Hospital Alcorcón. Rev Patol Respir. 2007; 10(4):209-212.
6. Pereira Vega A, Sánchez Rodríguez I, Gil Muñoz F.L, Sánchez Quiroga M.A. Asma de riesgo vital. Neumosur. 2015.
7. Jiménez Murillo L, Montero Pérez F.J. Medicina de Urgencias y Emergencias. Guía diagnóstica y Protocolos de Actuación. 6ª Ed Elsevier. Barcelona 2018.
8. Ramos Gómez L, Benito Vales S. Fundamentos de la Ventilación Mecánica. Ed Marge Medical Books. Barcelona 2012.
9. Dolz Domingo A, Martínez Macián P. Guía para la utilización de VMNI en Urgencias. Servicio Urgencias Hospital de Sagunto. Actualización octubre 2016.
10. Althoff MD, Holguin F, Yang F, Grunwald GK, Moss M, Vandivier RW, Ho PM, Kiser TH, Burnham EL. Noninvasive Ventilation Use in Critically ill Patients with Acute Asthma Exacerbations. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. Dec 2020.
11. E. Ortega Victor, Genese Frank. Tratamiento de las Exacerbaciones Agudas del Asma. Manual Merck. Julio 2019.
12. Garneró A.J, Abbona H, Gordo-Vidal F, Hermosa-Gelbard C y por el Grupo de Insuficiencia Respiratoria Aguda de SEMICYUC. om(1). Med Intensiva.2013;37(4):292-298.
13. Rama-Maceiras P, Unzueta Mª.C, Soro M, González de Castro R, Belda J. Aumento de Presión en la vía aérea durante la ventilación mecánica: más allá del broncoespasmo. Rev Esp Anestesiol Reanim.2011;58:70-73.



Ventilación mecánica en Pediatría

Índice de capítulo

Introducción	172
Tubo endotraqueal	173
Espacio muerto	174
Tubuladuras	175
Bolsas de ventilación	175
Programación inicial	177
Ventilación no invasiva (VMNI) en Pediatría.	178
Bronquiolitis:	
Ejemplo de manejo en patología prevalente	181
Oxigenoterapia:	
Indicaciones/contraindicaciones y parámetros	187
Ventilación mecánica no invasiva:	
Indicaciones/contraindicaciones y parámetros	187
Ventilación mecánica invasiva:	
Indicaciones/contraindicaciones y parámetros	189
A recordar Puntos clave	191

Ventilación mecánica en Pediatría

Marta Platas

Ana Torres

Maribel Sánchez Sáenz

Introducción

Las diferencias anatómicas y fisiológicas del niño con respecto al adulto condicionan el manejo de la vía aérea y la ventilación, especialmente en el neonato y lactante:

- La boca más pequeña y la macroglosia pueden dificultar la laringoscopia.
- La posición de la laringe más alta y anterior modifica la posición de apertura de la vía aérea y puede dificultar la visualización de la glotis en la intubación.
- El cartílago cricoides es la zona más estrecha de la vía aérea superior en niños menores de 8 años.

- Mayor consumo de oxígeno y menor reserva fisiológica, que condiciona una instauración más rápida de hipoxia en caso de apnea, como en la intubación.
- Mayor tono vagal, que puede precipitar una bradicardia en la instrumentalización de la vía aérea.
- En niños pequeños es frecuente la distensión abdominal y puede interferir con la ventilación del niño. Todo niño intubado debe llevar una sonda gástrica.
- El volumen corriente es menor cuanto más pequeño es el niño, por ello debemos monitorizar más estrechamente el volumen corriente espirado, compensar el volumen de distensión de las tubuladuras y evitar, en la medida de lo posible, aumentar el espacio muerto.
- La tráquea es más pequeña cuanto menor sea el niño y es más probable tanto la extubación accidental como la intubación selectiva, por lo que debemos asegurar y fijar adecuadamente el TET.

Tubo endotraqueal

La elección del tubo endotraqueal se calcula en función de la edad del niño, debiendo preparar un TET de tamaño superior al inferior calculado, ya que sólo se estima el tamaño adecuado en función de la edad.

Según la ERC 2021^{1,2} es recomendable tubos con balón de neumotaponamiento a cualquier edad (excepto en los lactantes más pequeños) controlando que la presión del neumotaponamiento sea menor a 25cmH₂O.

- Para TET sin neumotaponamiento utilizaremos la siguiente fórmula:
- N^o: de TET: 4+ Edad en años/4.
- Si se utiliza un TET con balón usaremos 1 número menor al que corresponde sin neumotaponamiento.

Tabla 1: Tamaño de tubo endotraqueal para lactantes y niños.

Edad	Sin balón	Con balón
Prematuro < 1.000 g	2,5 mm	no se utilizan
Prematuro 1.000-2,500 g	3 mm	no se utilizan
Neonato a término	3,5 mm	no se utilizan
lactantes	3,5-4,0 mm	3.0-3.5 mm
Niño 1-2 años	4,0-4,5 mm	3.5-4.0 mm
Niños > 2 años	4 + Edad/4	3.5+Edad/4

Los tamaños de TET que disponen de neumotaponamiento en el SUMMA 112 son los de tamaño ≥ 6.0 mm.

La fórmula para estimar la profundidad, en cm a boca, correcta del TET (no sustituye a la auscultación) es:

- Prematuros y neonato a término: $6 + \text{peso del neonato en kg}$.
- Niños < 2 años: $n^{\circ} \text{ TET} \times 3$.
- Niños > 2 años: $12 + (\text{edad}/2)$.

Espacio muerto

Debemos tener cuidado con el espacio muerto que añadimos al espacio muerto anatómico del niño, aproximadamente 2 ml/kg., ya que los volúmenes corrientes son pequeños. Todo lo que se interponga entre el TET y la válvula espiratoria aumenta el espacio muerto, de modo que debemos utilizar filtro-humidificador (HME-F) del tamaño adecuado y, si el niño es muy pequeño, valorar no añadir el tubo corrugado al filtro. En el SUMMA 112 disponemos sólo de 2 tamaños de HME-F: el de adultos, para volúmenes corrientes (V_c) > 200 ml y uno pediátri-

co para V_c entre 75 y 200 ml. Necesitaríamos otro menor para $VC < 75$ ml.

Tubuladuras

Las tubuladuras deben ser flexibles y resistentes a la oclusión, de baja complianza y con poca resistencia al flujo. No deben aumentar el espacio muerto del paciente. Existen diferentes tamaños según el tipo de paciente que estemos ventilando: las neonatales, de 11 mm de diámetro, disponibles en los ventiladores de transporte neonatal de nuestro Servicio; las pediátricas, de 15 mm de diámetro, recomendadas para pacientes de 10 a 30 kg de peso, aunque según autores, pueden utilizarse en casi todas las edades pediátricas; y las de adulto, de 22 mm de diámetro.

Características de las tubuladuras desechables del Oxylog 3000 plus®:

- Tubuladuras pediátricas: complianza 0,7 ml/mbar y 15 ml de espacio muerto.
- Tubuladuras de adulto: complianza 1 ml/mbar (1,5 m) y 2 ml/mbar (3 m) y 30 ml de espacio muerto.

Bolsas de ventilación

Disponemos de 3 tamaños de bolsas de ventilación autoinflables:

- **Neonatal:** de 150-250 ml aprox. En Reanimación Cardiopulmonar (RCP) sólo para prematuros
- **Pediátrico:** 450-500 ml aprox. En RCP para neonato a término hasta 2 años.
- **Adulto:** 1.600-2.000 ml aprox. En RCP a partir de 2 años.

Tabla 2: Material para ventilación en pediatría según la edad.

Fuente: Grupo Español de Reanimación Cardiopulmonar Pediátrica y Neonatal. Manual de Reanimación Cardiopulmonar Avanzada Pediátrica y Neonatal.

Edad	Mascarilla Facial	Bolsa Ventilación	TET	TET Cm a boca	Laringoscopio	Pinza Magill	Sonda aspiración
Pre maturo	Redonda	250 ml	<1kg:2,5 1-2 kg: 3,0 2-3 kg: 3,5 >3kg: 3,5-4	<1kg:6,5-7 1-2 kg: 7-8 2-3 kg: 8-9 >3kg: >9	Pala recta N° 0	Pequeña	6
RN y <6 m	Redonda	500 ml	3,5-4,0	10-12 N° TET x3	Pala recta N° 1	Pequeña	6-8
6m – 1a	Redonda o triangular	500 ml	4,0	12 N° TET x3	P. recta/ curva n° 1	Pequeña	8-10
1-2 a	Triangular	500 ml	4,0-4,5	13-14 N° TET x3	Pala curva N° 1-2	Pequeña o mediana	8-10
2-5 a	Triangular	1500-2000 ml	4+(edad/4)	14-16 N° TET x3	Pala curva N° 2	Mediana	10-12
5-8 a	Triangular	1500-2000 ml	4+(edad/4)	16-18 N° TET x3	Pala curva N° 2-3	Mediana o grande	12-14
>8 a	Triangular	1500-2000 ml	4+(edad/4)	18-22 N° TET x3	Pala curva N° 2-3	Grande	12-14

Programación inicial

Recién intubado el niño se escogerá un modo ventilatorio que asegure la ventilación completa del paciente, en nuestro ventilador una asistida /controlada por volumen (VC/AC o VC/SIMV) o por presión (PC-BIPAP). Los parámetros a programar serán:

- **Volumen corriente** (en VC/AC y VC/SIMV): 6- 8 ml/kg de peso ideal, monitorizando las presiones en vía aérea. En el recién nacido prematuro y a término 4-6 ml/kg.
- **Presión inspiratoria** (en PC-BIPAP): monitorizando el volumen corriente espirado para conseguir 6-8 ml/kg:
 - ▶ Neonato: 12-20 mbar.
 - ▶ Lactante: 15-20 mbar.
 - ▶ Niño: 20-25 mbar.Comenzando por las presiones más bajas.
- **Frecuencia respiratoria** adaptada a la edad del paciente y a la capnografía adecuada a la patología del niño:
 - ▶ Neonato: 40-60 rpm.
 - ▶ 0-6 meses: 30-40 rpm.
 - ▶ 6-24 meses: 25-30 rpm.
 - ▶ 2-5 años: 20-25 rpm.
 - ▶ 5-10 años: 15-20 rpm.
 - ▶ > 10 años: 15 rpm.
- **Relación I/E**: 1:2 si no hay patología obstructiva o restrictiva. 1:1,5 en neonatos.
- **PEEP**: 3-5 mbar.
- **FiO₂**: 1 inicialmente, luego ajustar la oxigenación.
- **Tiempo de pausa**: 20%-30% del tiempo inspiratorio.

- **Límite superior de presión:** 25-30 mbar, iniciada la ventilación ajustar a 5 - 10 mbar por encima de presión pico.
- **Trigger:** 1-3 lpm, el menor trigger posible que no cause autociclado.
- **Presión de soporte** (si precisa): comenzar por 5-10 mbar.

Ventilación no invasiva (VMNI) en Pediatría.

La **VMNI** con humidificación activa es útil para disminuir el trabajo respiratorio, prevenir atelectasias y mejorar la distribución de los gases. Mejora el atrapamiento aéreo y la hiperinsuflación porque mantiene abiertas las vías aéreas durante todo el ciclo respiratorio, lo que optimiza el intercambio gaseoso.

En niños es fundamental priorizar el confort, pues va a ser determinante en el éxito de la terapia. Escogemos cuidadosamente la interfase, la modalidad ventilatoria y procuraremos un ambiente tranquilo y sin factores estresantes, estimular el contacto verbal y físico y procurar objetos familiares: muñecos, chupetes, música, cuentos...

El chupete aumenta la PEEP del paciente haciendo que la técnica sea más efectiva.

Siempre que la situación lo permita acompañará al paciente uno de los padres.

En el SUMMA 112 contamos con interfases faciales TotalFace, nasales, cánulas RAM y cánulas nasales tipo Medijet. Disponemos de dos ventiladores para poder aplicar VMNI, Ventilación Mecánica y Oxígeno Alto Flujo desde el nacimiento. Fabian[®], y Hamilton T-1[®], así como Oxylog 3000 plus[®], válido para pacientes > 5 Kg.

Figura 1 y 2: Imagen de interface TotalFace.

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA 112.



Figura 3: Tallas de interfaces oronasales pediátricas del SUMMA 112.

Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA 112.



Las indicaciones de VMNI en pediatría son las mismas que en adultos, insuficiencia respiratoria aguda IRA tipo I o hipoxémica, o IRA tipo II o hipercápnica.

La respuesta clínica suele producirse rápidamente, reduciendo la taquipnea y la dificultad respiratoria o bien en caso contrario, precipitando la intubación por el incremento de trabajo respiratorio inducido por la desadaptación a la VMNI. Los parámetros clave para comprobar eficacia son descenso de FiO_2 , de la Fr y el aumento del volumen tidal.

Se deberá realizar una comprobación sistemática de los parámetros del ventilador: modo elegido, trigger inspiratorio, rampa (ni muy rápida ni muy lenta en función del paciente en cuestión), diferencia de presión.

Iniciaremos con **CPAP** con 4-5 cm H₂O, subiendo según necesidades hasta un máximo de 8-10 cm H₂O. Si no mejora, pasaremos a BiPAP.

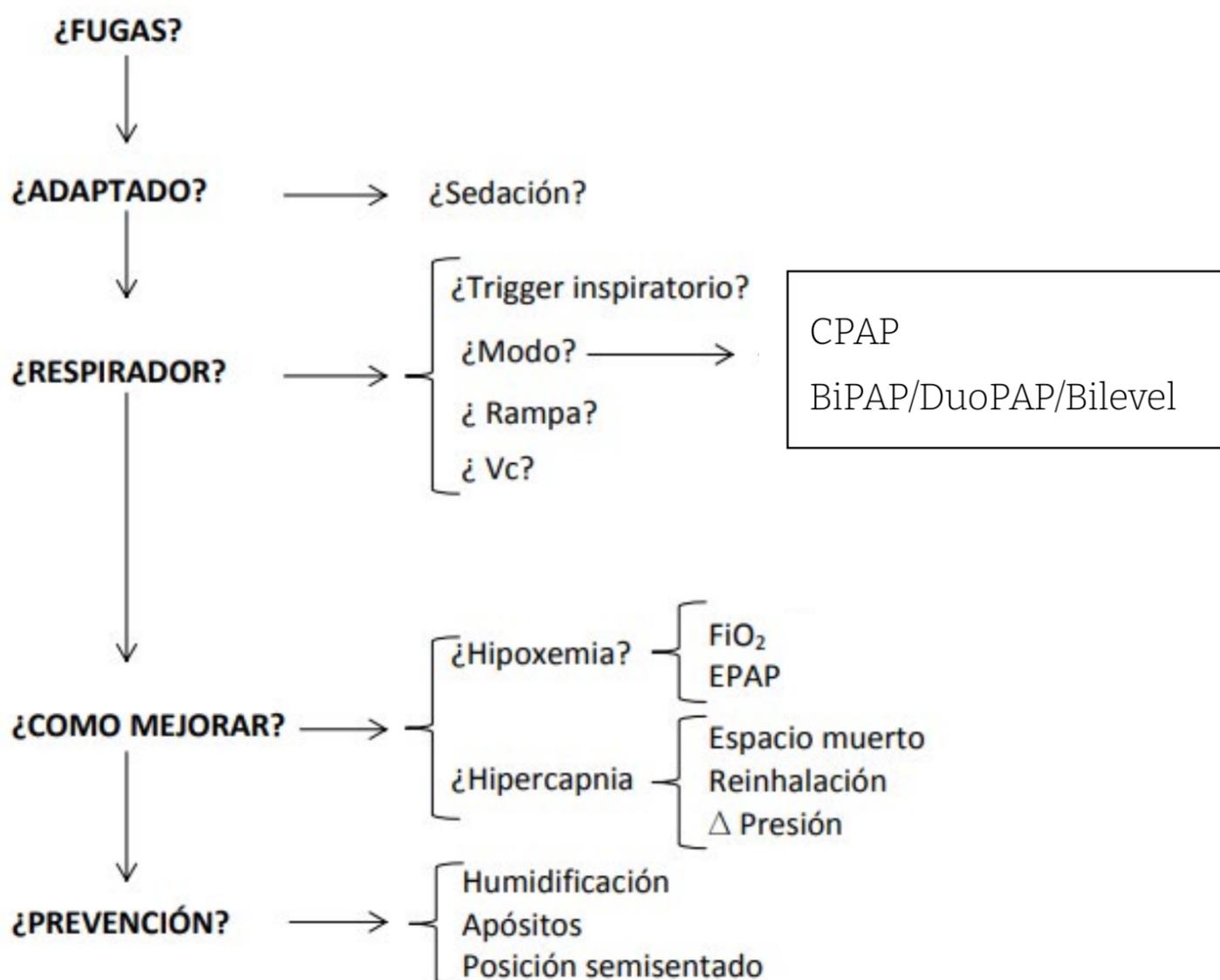
BiPAP: Empezaremos con PEEP (EPAP) de 4 y un Incremento P soporte (IPAP) de 8, que se irán subiendo gradualmente según la respuesta obtenida.

La diferencia mínima entre EPAP y la presión positiva inspiratoria (IPAP) debe ser de 4 cmH₂O y la máxima de 10 cmH₂O. Si hay problema de oxigenación, aumentaremos la EPAP, mientras que, si el problema es la hipercapnia persistente, se intentará minimizar el espacio muerto todo lo posible y se analizará el volumen corriente. Si es insuficiente (6-8 ml/kg) incrementaremos la IPAP.

Figura 4.

Fuente: Modificado de 3ª Edición del Manual de Ventilación Mecánica Pediátrica y Neonatal. Alberto Medina y Javier Pilar Orive.

Madrid: Ergon, 2015. pp 231-246. ISBN: 978-84-16270-12-5



Bronquiolitis.

Ejemplo de manejo en patología prevalente.

Definición

La bronquiolitis es el primer episodio de sibilancias de comienzo agudo con

signos previos de infección viral de las vías altas en niños < 24 meses. Cada vez hay más estudios que restringen la definición de bronquiolitis a niños < 12 meses.

Etiología

La etiología es vírica :

- El Virus Respiratorio Sincitial (VRS) es el agente etiológico más frecuente (70%) en brotes epidémicos *de noviembre a marzo* y afecta sobre todo a < 6 meses.
- Otros virus : rinovirus, adenovirus, influenza A y B, SARS-Cov 2

Se caracteriza por inflamación aguda, edema y necrosis de las células epiteliales de los bronquiolos, junto con hipersecreción de moco.

El cuadro clínico se inicia con síntomas de vías respiratorias altas sin fiebre o

con fiebre no muy elevada. En un periodo de 2- 3 días comienza con tos más seca, irritabilidad y dificultad respiratoria progresiva.

Manejo terapéutico

Lo primero es hacer una valoración global del estado del niño, atendiendo al Triángulo de Evaluación Pediátrica (TEP), que se basa en hacer una estimación rápida de la apariencia del niño, trabajo respiratorio y coloración de la piel.

Figura 5.

Fuente: Comisión de Pediatría SUMMA 112

EVALUACIÓN: IMPRESIÓN GENERAL  **SUMMA 112**

TEP: TRIANGULO DE EVALUACIÓN PEDIÁTRICA



APARIENCIA
TONO
INTERACCIÓN
CONSOLABLE
LENGUAJE/LLANTO
MIRADA



TRABAJO RESPIRATORIO
SONIDOS
POSICIÓN
DATOS DE DIFICULTAD RESPIRATORIA

CIRCULACIÓN
COLORACIÓN

SUMMA 112

EVALUACIÓN: IMPRESIÓN GENERAL  **SUMMA 112**

TEP: TRIANGULO DE EVALUACIÓN PEDIÁTRICA



APARIENCIA
TONO
INTERACCIÓN
CONSOLABLE
LENGUAJE/LLANTO
MIRADA



Características	¿Qué buscar?
TONO	¿Movilidad y tono muscular adecuado para su edad?. Valorar si está hipoactivo, si presenta rigidez o debilidad anómalas.
INTERACCIÓN CON EL ENTORNO	¿Alerta? ¿Interactúa con las personas y los objetos o ruidos atraen su atención? ¿Busca el apoyo de sus familiares?
CONSUELO	¿El llanto es consolable por los familiares? ¿distingue entre familiar y examinador?
MIRADA	¿Fija y sigue la mirada?
LENGUAJE/ LLANTO	¿Habla acorde con su edad? ¿Llanto fuerte o sólo gime?

SUMMA 112

EVALUACIÓN: IMPRESIÓN GENERAL  **SUMMA 112**

TEP: TRIANGULO DE EVALUACIÓN PEDIÁTRICA




TRABAJO RESPIRATORIO
SONIDOS
POSICIÓN
DATOS DE DIFICULTAD RESPIRATORIA

Características	¿Qué buscar?
SONIDOS RESPIRATORIOS ANÓMALOS	Ronquido, estridor, sibilancias, quejido, jadeos, dificultad para hablar, respiración ruidosa
POSICIÓN	Posición en olfateo, en trípede, resistencia al decúbito
DATOS DE DIFICULTAD RESPIRATORIA	Tiraje supraclavicular, intercostal y subcostal; aleteo nasal, balanceo de cabeza, disociación toraco -abdominal

SUMMA 112

EVALUACIÓN: IMPRESIÓN GENERAL  **SUMMA 112**

TEP: TRIANGULO DE EVALUACIÓN PEDIÁTRICA




Característica	¿Qué buscar?
COLORACIÓN PIEL Y MUCOSAS	Piel y mucosas pálidas son signos precoces de hipoperfusión
	Cianosis y piel moteada o reticular son signos tardíos de choque y pérdida de los mecanismos de compensación circulatorios
	Rubicundez, petequias, lesiones purpúricas

CIRCULACIÓN
COLORACIÓN

SUMMA 112

A continuación valoraremos la gravedad (tras lavado nasal) utilizando la Escala de gravedad del *Hospital de Cruces*.

Tabla 3: Escala de gravedad del Hospital de Cruces

Fuente: Documento Bronquiolitis SUMMA 112. Actualización 9/01/2020. Comisión de Pediatría del SUMMA 112.

	0	1	2
FRECUENCIA RESPIRATORIA	< 45	46- 60	> 60
AUSCULTACIÓN CARDIOPULMONAR	Hipoventilación leve, subcrepitantes, sibilancias al final de la espiración	Hipoventilación moderada, sibilantes en toda la espiración	Hipoventilación severa, sibilantes inspiratorios/ espiratorios
RETRACCIONES	No o leves: subcostal e intercostal	Moderadas: supraclavicular, aleteo nasal	Intensas: supraesternal
SATURACIÓN O₂	> 94%	92- 94%	< 92%
	B. LEVE: 0- 1 puntos	B. MODERADA: 2- 4 puntos	B. GRAVE: > 4 puntos

Tratamiento en Urgencias

Se basa fundamentalmente en medidas de soporte, no siendo necesario emplear fármacos de forma rutinaria. La mayoría de los casos son leves, y permanecerán en domicilio; las moderadas y graves requieren valoración hospitalaria y tratamiento.

- **Lavados nasales con suero**
- **Oxígeno:** la decisión de administrar O₂ se debe basar en la valoración conjunta de los signos de dificultad respiratoria y la SatO₂. Está indicado para disminuir el trabajo respiratorio en bronquiolitis **moderadas y graves o cuando la sat o₂ < 92% de forma persistente**.
 - ▶ Se administra O₂ en gafas nasales con el objetivo de mantener una SatO₂ ≥ 90%.
 - ▶ En pacientes inestables, con dificultad respiratoria grave, acidosis, comorbilidad o con Oxigenoterapia

pia de alto flujo (OAF)/ VMNI es deseable mantener una SatO_2 mayor ($\geq 92-94\%$).

- **Oxigenoterapia de alto flujo/ VMNI:** considerar en bronquiolitis **moderadas a grave que no responde** al tratamiento habitual con **oxigenoterapia en gafas nasales**. Habitualmente estos pacientes cumplen alguno de los siguientes criterios:
 - ▶ $\text{SatO}_2 < 90\%$ con gafas nasales ≥ 2 lpm.
 - ▶ Dificultad respiratoria moderada- grave persistente: tiraje moderado- grave, quejido, cabeceo, aleteo nasal, taquipnea importante (< 3 meses: > 80 rpm; 3- 12 meses: > 70 rpm; 12- 24 meses: > 60 rpm). Estos signos son persistentes en exploraciones repetidas separadas al menos 15 minutos.
- **Prueba terapéutica con salbutamol 2,5 mg:** valorar en **bronquiolitis graves** que no mejoran con oxigenoterapia (**nunca en leves o moderadas**):
 - ▶ Niños > 6 meses con antecedentes de atopia o asma en la familia.
 - ▶ Si la respuesta es positiva, disminuyendo la puntuación en la escala de gravedad, se pueden pautar 3 dosis consecutivas en 1 hora. Si no responden se deben suspender.

No está indicada prueba terapéutica con adrenalina.

Tratamiento domiciliario

La información a los padres acerca de la evolución esperable y los cuidados es prioritaria, así como la resolución de cualquier duda que puedan plantear. Se proporcionará hoja informativa de bronquiolitis y se explicarán los signos de empeoramiento.

Medidas de soporte:

- Lavados nasales con suero, sobre todo antes de las tomas.
- Posición semiincorporada.
- Fraccionar la alimentación en tomas más pequeñas y frecuentes.
- NO ir a la GUARDERÍA durante el periodo de contagio (6 – 7 días).
- Ambiente tranquilo, ropa cómoda, evitar abrigarlo demasiado, T^a ambiente no superior a 21°C, evitar irritantes ambientales (humo, ambientadores).
- Si tiene buena evolución se controlará por su Pediatra en 24- 48 horas.

Criterios de alta

- > 4 semanas sin signos de dificultad respiratoria importante.
- Frecuencia respiratoria: (< 6 meses < 60 rpm; > de 6 meses < 50 rpm).
- Sat O₂ ≥ 92% respirando aire ambiente (valorado 20 minutos después de la retirada del oxígeno).
- Capacidad para alimentarse suficiente (> 50% de su ingesta habitual).
- Si existe posibilidad de control médico en 24 – 48 horas.

Criterios de ingreso hospitalario

- Bronquiolitis grave (puntuación escala gravedad > 4).
- Dificultad respiratoria importante
- Incapacidad para alimentarse adecuadamente: ingestión menor al 50% de su dieta normal.
- Niños de alto riesgo: edad < 4 semanas, prematuridad < 34 semanas, displasia broncopulmonar, cardiopatías congénitas, inmunodeficiencias, enfermedad neurológica, fibrosis quística o malnutrición grave.

Figura 6. Tratamiento de la Bronquiolitis leve

Fuente: Documento Bronquiolitis SUMMA 112. Actualización 9/01/2020. Comisión de Pediatría del SUMMA 112.

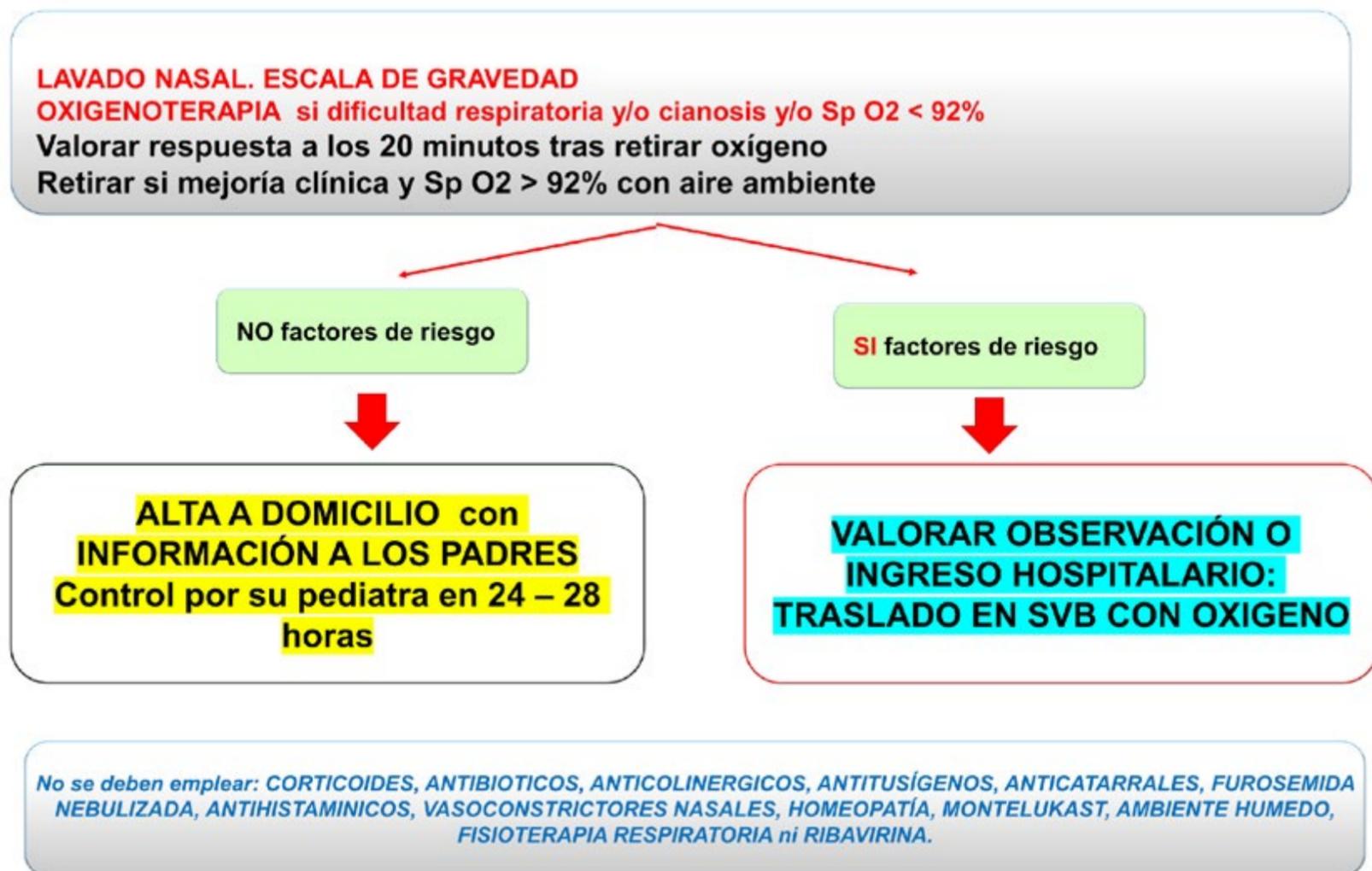
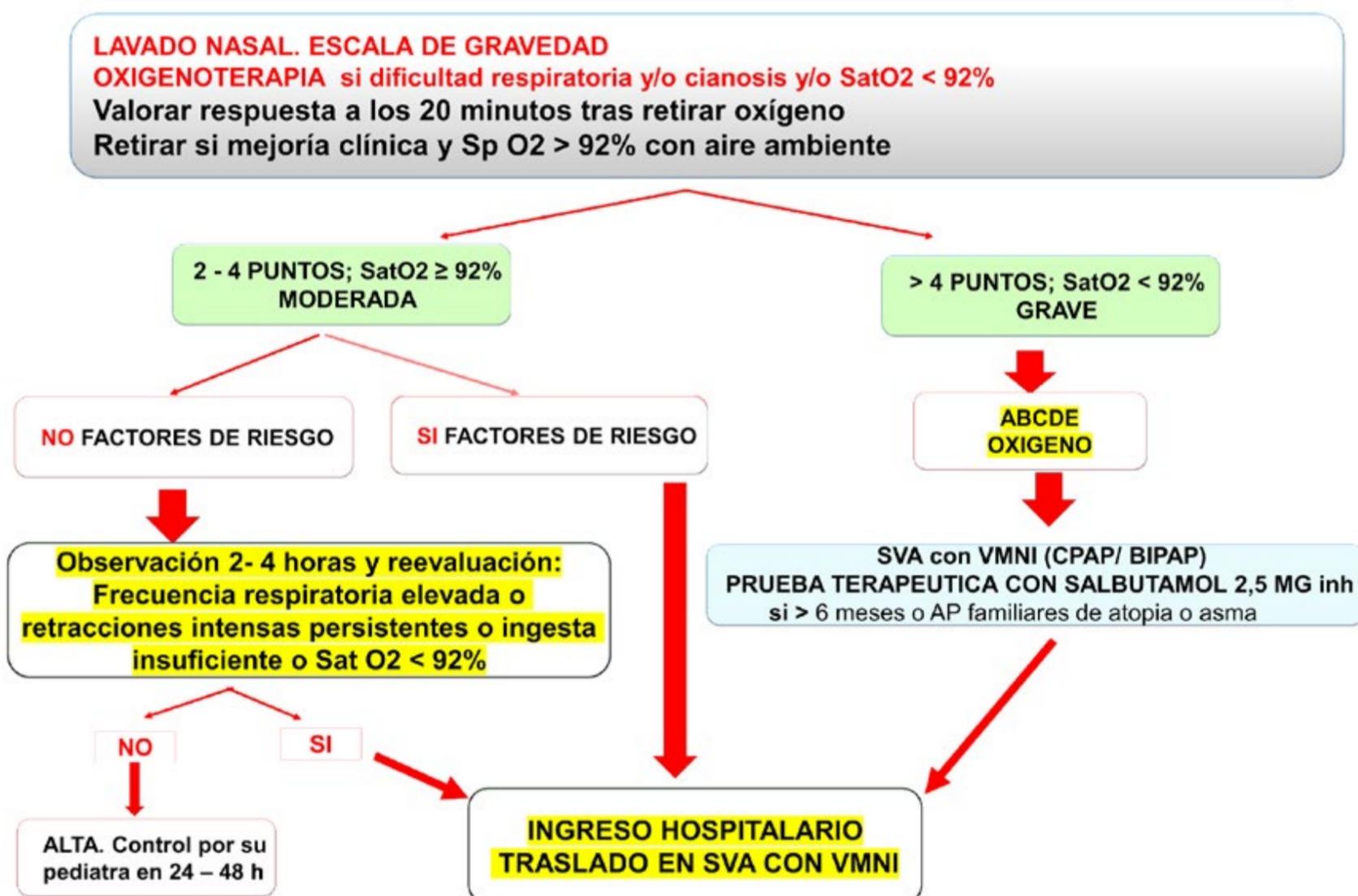


Figura 7. Tratamiento de la Bronquiolitis moderada y grave

Fuente: Documento Bronquiolitis SUMMA 112. Actualización 9/01/2020. Comisión de Pediatría del SUMMA 112.



Oxigenoterapia:

Indicaciones/contraindicaciones y parámetros.

La corrección de la hipoxia es el principal objetivo del tratamiento.

Se recomienda la administración de Oxígeno para mantener $\text{SatO}_2 > 90-92\%$, hasta que el lactante haya disminuido el trabajo respiratorio y/o pueda alimentarse de forma adecuada.

Inicialmente se administra a bajo flujo, con cánula nasal o mascarilla.

La **Oxigenoterapia a alto flujo** consiste en aportar un flujo de oxígeno, solo o mezclado con aire, por encima del pico de flujo inspiratorio del niño a través de una cánula nasal, evitando así la inhalación de aire ambiente. Permite proporcionar flujos de 5 a 40 lpm de oxígeno humidificado y caliente (33-41 °C). La respuesta a esta terapia suele ser rápida, con mejoría en menos de dos horas. Si no hay respuesta es necesario escalar en las medidas de soporte ventilatorio.

Ventilación mecánica no invasiva :

Indicaciones/contraindicaciones y parámetros.

Iniciaremos **CPAP** con 4-5 cm H_2O , subiendo según necesidades hasta un máximo de 8-10 cm H_2O . Si no mejora, pasaremos a modo BiPAP.

BiPAP: Empezaremos con PEEP (EPAP) de 4 y un Incremento P soporte (IPAP) de 8 , que se irán subiendo gradualmente según la respuesta obtenida. Aumentaremos IPAP (hasta 8-10 sobre PEEP) para mejorar ventilación y EPAP (hasta 8-10) para mejorar la oxigenación.

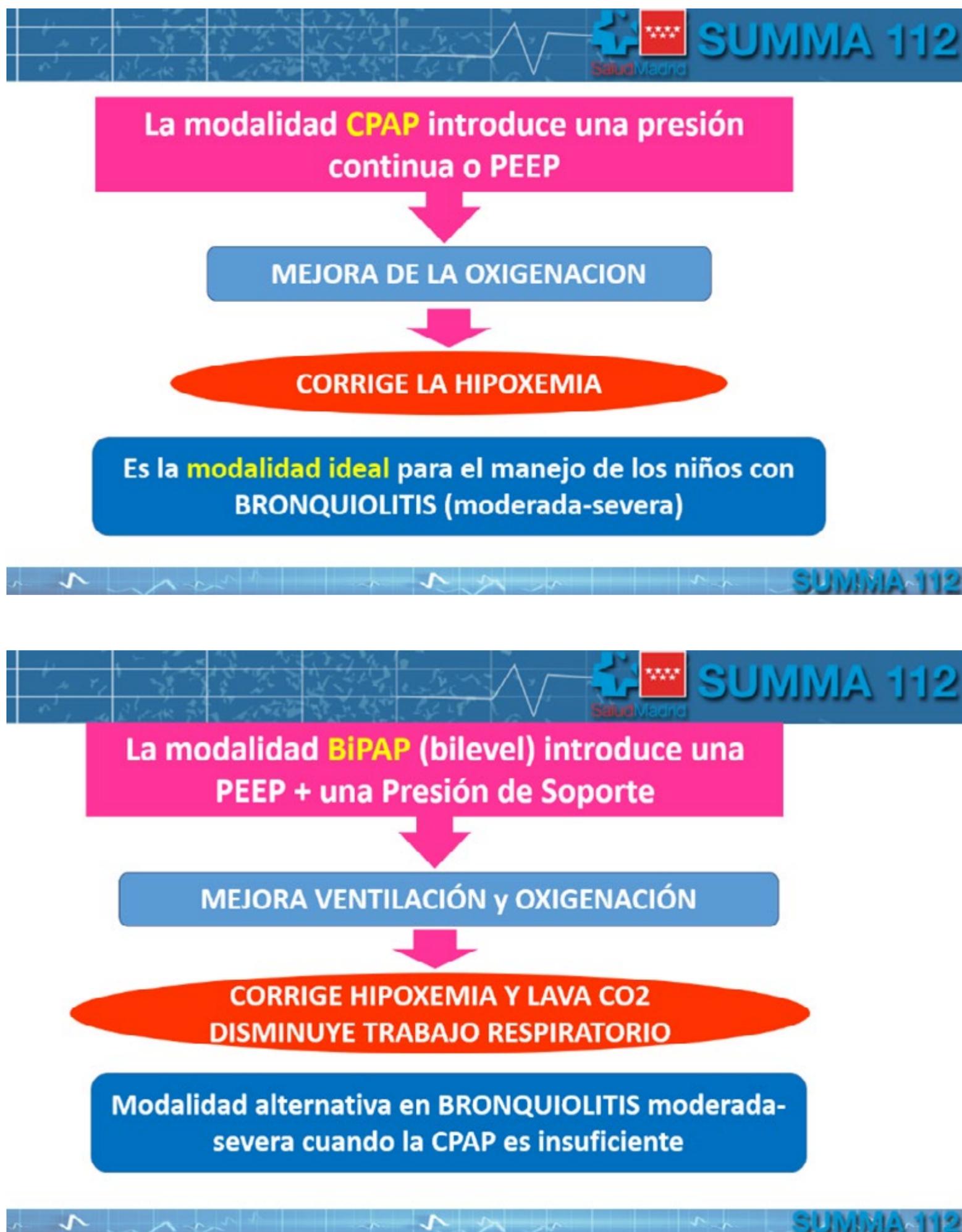
Programar un trigger inspiratorio adecuado al niño (inicio 1), y ajustar inicialmente la rampa (la más profunda) para calmar la sed de aire.

Colocar filtro humidificador y activar la opción en el ventilador.

Ajustar FIO₂ según las necesidades del niño.

Figura 8.

Fuente: Comisión de Ventilación y Pediatría SUMMA 112



En caso de agotamiento, Incremento del distrés respiratorio, o deterioro del nivel de consciencia (GCS), es necesario iniciar Ventilación mecánica Invasiva.

Ventilación mecánica invasiva :

Indicaciones/contraindicaciones y parámetros.

- Inicialmente *Ventilación Presión control o Volumen control*. Se debe aplicar estrategia de protección pulmonar.
- Volumen tidal de 6-8 ml/kg.
- Presión pico inspiratoria 30 cm H₂O.
- Evitar FR > 30 rpm, que podrían producir atrapamiento.
- PEEP inicial de 4- 5, aumentando gradualmente.
- Relación inspiración/expiración (I: E) al menos 1:2.
- Ajustar los parámetros en función del patrón respiratorio.

Tabla 4: Resumen de parámetros de programación según la modalidad ventilatoria en las bronquiolitis.

VMI	Frecuencia Respiratoria	Neonato: 40-60 rpm. 0-6 meses: 30-40 rpm. 6-24 meses: 25-30 rpm. 2-5 años: 20-25 rpm. 5-10 años: 15-20 rpm. > 10 años: 15 rpm.
	Volumen Tidal	Neonatos 4-6 ml/Kg Resto 6-8 ml/Kg
	Presión inspiratoria	Neonato: 12-20 mbar. Lactante: 15-20 mbar. Niño: 20-25 mbar.
	Relacion I:E	Neonatos 1:1,5 Resto 1:2
	FiO ₂	1 e ir bajando
	PEEP	3-5 mbar
	T. Pausa	20-30% del T.Inspiratorio
	Trigger	1-3 (menor posible que no cause autociclado)

Ventilación mecánica en Pediatría

VMNI	CPAP	Inicialmente 4-5, subir de 2 en 2 según necesidad hasta max 10. Trigger de inicio en 1
	BiPAP / DuoPAP	Iniciar con EPAP 4 IPAP (ΔP_{sop}) 8, Subir según necesidad. De 2 en 2. Hipoxemia subir EPAP Hipercapnia Subir IPAP Diferencia EPAP/IPAP min 4 max 10 Trigger de inicio en 1
OAF	<p>Niños ≤ 10 Kg 2 L Kg/min Niños > 10 Kg 2 L Kg/min para los primeros 10 Kg, y añadir 0,5 L Kg/min por cada Kg por encima de 10. (max. flujo 30 L / min)</p> <p>T^a a 37° FiO_2 50-60%</p>	



A recordar | Puntos clave

- Las **diferencias anatómicas y fisiológicas** del niño con respecto al adulto condicionan el manejo de la vía aérea y la ventilación, especialmente en el neonato y lactante.
- Debemos tener **cuidado con el espacio muerto** que añadimos al espacio muerto anatómico del niño, aproximadamente 2 ml/kg., ya que los volúmenes corrientes son pequeños.
- En **Ventilación Mecánica no Invasiva** es fundamental **priorizar el confort**, pues va a ser determinante en el éxito de la terapia.
- En la **bronquiolitis** el tratamiento se basa fundamentalmente en **medidas de soporte**, no siendo necesario emplear fármacos de forma rutinaria.

Bibliografía

1. Van de Voorde P, Turner NM, Djakow J, de Lucas N, Martinez-Mejias A, Biarent D, Bingham R et al. Lebensrettende Maßnahmen bei Kindern (Paediatric Life Support, PLS): Leitlinien des European Resuscitation Council 2021 [Paediatric Life Support]. Notf Rett Med. 2021 Jun 2:1-70. German. [doi: 10.1007/s10049-021-00887-9](https://doi.org/10.1007/s10049-021-00887-9).
2. Van de Voorde P, Turner NM, Djakow J, de Lucas N, Martinez-Mejias A, Biarent D et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Paediatric Life Support. Resucitación. 2021 Abr;161:327-387.
3. J. Benito Fernández, N. Paniagua Calzón. Diagnóstico y tratamiento de la bronquiolitis aguda en urgencias. Protocolos Diagnósticos y Terapéuticos en Urgencias de Pediatría. Sociedad Española de Urgencias de Pediatría (SEUP), 3ª Edición, 2019.
4. Documento Bronquiolitis SUMMA 112. Actualización 9/01/2020. Comisión de Pediatría del SUMMA 112. Disponible en: [Manejo y tratamiento Bronquiolitis SUMMA 112.pdf \(sanidadmadrid.org\)](https://www.sanidadmadrid.org/Manejo-y-tratamiento-Bronquiolitis-SUMMA-112.pdf)
5. Manual de Procedimientos de Enfermería. SUMMA 112. ISBN: 978-84-695-7511-6.
6. Manso R, Del Villar P, Medina A, Modesto V, Molinos C, Bartolomé MJ, et al. CPAP vs oxigenoterapia de alto flujo en lactantes trasladados por insuficiencia respiratoria. An Pediatr (Barc);2020 <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2019.07.011>.
7. Domínguez Ortega G., Molina Cabañero J. y de la Torre Espí M. Manual de urgencias Pediátricas. Madrid: Ediciones Ergón S.A.; 2008.
8. Casado Flores, J; Serrano, A. Urgencias y tratamiento del niño grave. Ergon;2007.
9. Medina Villanueva A, Pilar Orive J. Manual de ventilación mecánica pediátrica y neonatal. 2ª ed. Madrid: Ergon; 2015.
10. Belda FJ, Lloréns J. Ventilación mecánica en anestesia y cuidados críticos. 1ª ed. Madrid: Arán Ediciones; 2009.
11. Ramos Gómez LA, Benito Vales S. Fundamentos de Ventilación Mecánica. 1ª ed. Valencia: Marge Medical Books; 2012.
12. López-Herce Cid J, Grupo de respiratorio de la Sociedad Española de Cuidados Intensivos Pediátricos. *Manual de Ventilación Mecánica en Pediatría*. 1ª ed. España: Publimed; 2003.
13. Roselló Millet P, Muñoz Bonet JI. *Intubación, Sedación y Adaptación a la Ventilación Mecánica*. An Pediatr (Barc) 2003; 59(5): 462-90.
14. López-Herce Cid J, Carrillo Álvarez A, Grupo Español de Reanimación Cardiopulmonar Pediátrica y Neonatal. Manual de Reanimación Cardiopulmonar Avanzada Pediátrica y Neonatal. 5ª ed. Madrid: Publimed; 2006.



Ventilación en gestante

Índice de capítulo

Fisiopatología	194
Abordaje terapéutico	196
Consideraciones previas a la intubación en la mujer embarazada	197
Al realizar aislamiento de la vía aérea	197
Consideraciones de patologías respiratorias en la gestante	199
A recordar Puntos clave	200

Ventilación en gestante

Ana Torres Poza

Cristina Horrillo García

A partir de la semana 20, aparecen en la gestante cambios anatomofisiológicos que hacen considerarla como un paciente con vía aérea difícil.

Fisiopatología

Tabla 1. Fisiopatología Cambios gestante¹⁻²

RESPIRATORIOS:

- Edema de la vía aérea y mucosas ingurgitadas/friables con tendencia a la hemorragia.
- Elevación de los hemidiafragmas.
- Alteración morfológica de la caja torácica.
- Incremento de la ventilación por minuto.
- Disminución de la capacidad residual funcional.
- Disminución de la distensibilidad torácica.
- Menor tiempo de apnea y consecuente desaturación precoz.

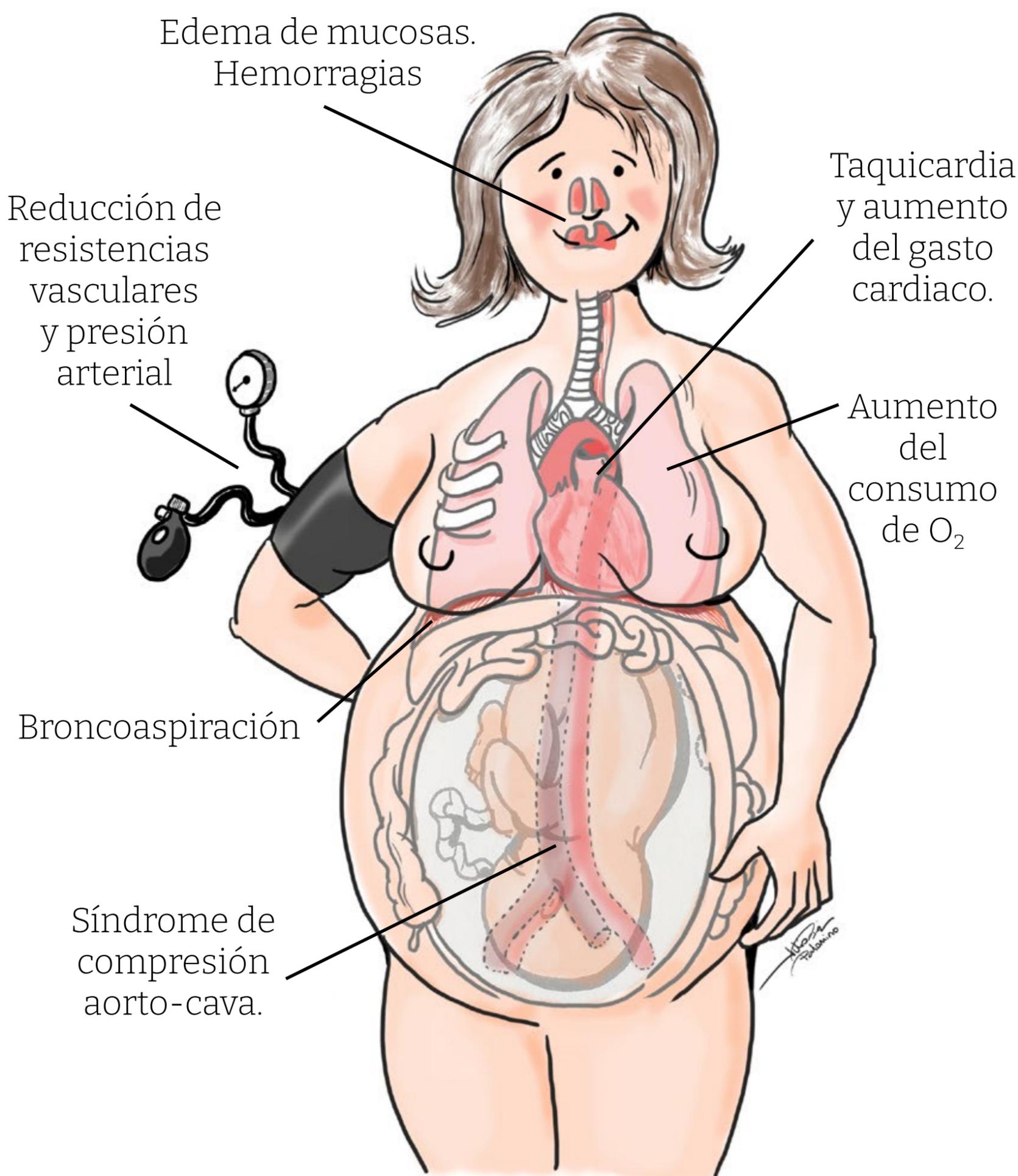
Ventilación en gestante

CIRCULATORIO:

- Reducción de resistencias vasculares sistémicas y presión arterial.
- Incremento del consumo de oxígeno.
- Incremento de la frecuencia y del gasto cardíaco (secundario a la anemia).
- Síndrome de compresión aorto-cava (> 20 semanas de gestación).

GASTROINTESTINAL

- Mayor riesgo de broncoaspiración por incompetencia del esfínter esofágico.



Abordaje terapéutico

Es importante mantener en la madre saturaciones de $O_2 > 95\%$ para optimizar la oxigenación fetal.

- **Oxigenoterapia convencional:**

Similar al paciente NO gestante manteniendo siempre $SatO_2 > 95\%$.

- **Ventilación mecánica no invasiva:**

Indicaciones: similares a las de la mujer no embarazada. Los parámetros recomendados son:

Tabla 2. Parámetros de Ventilación Mecánica no Invasiva en Gestante ⁶⁻⁷

CPAP	BiPAP
PEEP 8 cm H ₂ O	PEEP 8 cm H ₂ O
	P Soporte 10-12 cm H ₂ O
FiO ₂ iniciar 100%	FiO ₂ iniciar 100%
Mantener $SatO_2 > 95\%$	

Leyenda: PEEP: Presión Espiratoria Positiva,
 P.Soporte: Presión de Soporte.
 FiO₂: Fracción de Oxígeno Inspirado

- **Ventilación mecánica invasiva:**

Indicaciones: similares a la de la mujer no embarazada.

Consideraciones previas a la intubación en la mujer embarazada:

- ▶ Menor tolerancia a los períodos de apnea: administrar O₂ precozmente y a altas concentraciones para mantener la normoxemia.
- ▶ Mayor riesgo de broncoaspiración. La gestante se considera “estómago lleno” por defecto. Minimizar el uso del balón resucitador aislando vía aérea precozmente.
- ▶ Realizar aislamiento de la vía aérea lo antes posible. Si el personal no está entrenado considerar dispositivo supraglótico tipo fastrach como primera opción¹⁻⁴, aunque en este caso el riesgo de broncoaspiración será mayor.
- ▶ Usar tubos endotraqueales de menor diámetro (al menos ½ número) debido al edema y predisposición al sangrado de la vía aérea.
- ▶ Mantener a la paciente en euvolemia y normoxemia. En caso contrario existirá sufrimiento fetal. Usar inotropos positivos si fuera necesario.

Al realizar aislamiento de la vía aérea:

Seleccionar un **modo ventilatorio** controlado por volumen usando el menor volumen corriente que garanticen la ventilación (SatO₂>95%) para evitar sobredistensión pulmonar.

Tabla 3. Ventilación Mecánica Invasiva

Estrategia ventilatoria		
Volumen corriente	6 - 8 ml/kg	
Frecuencia respiratoria	12 -18 rpm	
Flujo inspiratorio	Max 100 - 120 L/min	
P meseta alveolar	30 mmHg	
PEEP	6 - 8 cm H2O	Elevar PEEP en este contexto es una estrategia eficaz de rescate de la oxigenación materna
SatO ₂	>95%	
ETCO ₂	pCO ₂ <35 mmHg (28 - 32 mmHg). (Evitar alcalosis respiratoria , produce hipoxemia fetal por reducción del flujo uterino).	

Leyenda: ml: mililitros. Rpm: respiraciones por minuto. Max. máximo. L: litros. Min: minutos. P. Meseta alveolar: Presión meseta alveolar. mmHg: milímetros de mercurio.

PEEP: presión espiratoria positiva. Cm H2O: centímetros de agua. SatO₂: Saturación de oxígeno. ETCO₂: Presión parcial de dióxido de carbono en la espiración final. pCO₂: presión de dióxido de carbono.

Consideraciones de patologías respiratorias en la gestante.

Tabla 4. Manejo de patologías respiratorias en la mujer Gestante

Crisis Asmática	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo terapéutico similar a cualquier otro paciente • Tratamiento: Beta-agonistas y esteroides sistémicos, Iniciar VNI de forma precoz en casos en que lo anterior no resulte suficiente.
Síndrome de Distrés respiratorio agudo	<ul style="list-style-type: none"> • Causas <ul style="list-style-type: none"> ▶ Obstétricas: embolismo de líquido amniótico, preeclampsia, aborto séptico, la hemorragia o el inducido por tocolíticos. ▶ No obstétricas: neumonía, Covid 19, transfusión, embolismo graso, trauma y edema cardiogénico. • Tratamiento: <div style="border: 2px solid yellow; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>Oxigenoterapia alta concentración → VMNI → VMI → ECMO (*)</p> </div> <p>En VMI:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Subir Pplat (max. 35 cmH₂O) garantizando una presión de conducción (Pplat - PEEP) < 15 cmH₂O. • Evitar hipercapnia: <ol style="list-style-type: none"> 1º) ↑ Frecuencia respiratoria 2º) ↑ Vt
	<p>Vigilar:</p> <p>P. meseta sea siempre < 30 cm. H₂O.</p> <p>Evitar el desarrollo de auto- PEEP</p> <p>(*)ECMO: cuando fracasan las medidas anteriores</p> <p>*ECMO: Oxigenación por Membrana Extracorpórea.</p>

Leyenda: VNI: ventilación mecánica no invasiva. VNI: ventilación mecánica invasiva. ECMO: "ExtraCorporeal Membrane Oxygenation", oxigenación por membrana extracorpórea. Pplat Presión plateau. Vt: volumen Tidal



A recordar | Puntos clave

- La **gestante** posee **menor tolerancia a la apnea**: administrar O_2 precozmente y a altas concentraciones.
- **Mayor riesgo de broncoaspiración**: minimizar el uso del balón resucitador y aislar vía aérea lo antes posible.
- Usar **tubos endotraqueales de menor diámetro** (al menos $\frac{1}{2}$ número) debido al edema y predisposición al sangrado de la vía aérea.
- Mantener a la paciente en **euvolemia** y **normoxemia**. En caso contrario existirá sufrimiento fetal. Usar inotropos positivos si fuera necesario.
- Al aislar la vía aérea seleccionar un **modo ventilatorio controlado por volumen** usando el **menor volumen corriente que garanticen la ventilación** ($SatO_2 > 95\%$) para evitar sobredistensión pulmonar

Bibliografía

1. M. Roche, A. F. Pérez Rodríguez, M.A. García Mutiloa, I. Martínez Montero . Patología médica y embarazo. Trastornos respiratorios, urológicos, infecciosos y endocrinológicos. An. Sist. Sanit. Navar. 2009; 32 (Supl. 1): 121-134
2. Mushambi MC, Kinsella SM, Popat M, Swales H, Ramaswamy KK, Winton AL, et al. Obstetric Anaesthetists' Association and Difficult Airway Society guidelines for the management of difficult and failed tracheal intubation in obstetrics. Anaesthesia. Noviembre de 2015;70(11)
3. Martínez Ó, Guasch E, Cueto I. Manual práctico de emergencias obstétricas. 1.a ed. Vol. 1.
4. Antunez, A., Carvalho, J., Penteado, C., & Silva, B. (2015). Evaluation of Respiratory Mechanics in pregnant women. . Avaliacao de Mecanica Respiratoria em Gestantes. 348-354.
5. Bobrowski RA. Pulmonary physiology in pregnancy. Clin Obstet Gynecol. 2010;53(2):285-300. Madrid: INYECCMEDIA SL; 2014.
6. Ender, H., & Valermann, D. Consideraciones respiratorias incluyendo las vías respiratorias y problemas de respiración en pacientes de Obstetricia y cuidado clínico. . Obstetrics and Gynecology Clinics, , 2016; 699-708
7. Rush B, Martinka P, Kilb B, McDermid RC, Boyd JH, Celi LA. Acute respiratory distress syndrome in pregnant women. Obstet Gynecol. 2017;129(3):530-535.
8. Al-Ansari MA, Hameed AA, Al-jawder SE, Saeed HM. Use of noninvasive positive pressure ventilation during pregnancy: case series. Ann Thorac Med. 2007;2(1):23-5.
9. PALACIO F, ORTIZ-GÓMEZ JR, FORNET I, MORILLAS P, BERMEJO L, LÓPEZ DE GUZMÁN A ¿Es realmente necesaria y útil la oxigenoterapia suplementaria en la cesárea programada bajo anestesia subaracnoidea?Revista Española de Anestesiología y Reanimación 2008;55(10): 597-604
10. Montufar-Rueda C, Gei A. Cardiac arrest during pregnancy. Clin Obstet Gynecol. Diciembre de 2014;57(4):871-81.
11. jain V, Chari R, Maslovitz S, Farine D, Maternal Fetal Medicine Committee, Bujold E, et al. Guidelines for the Management of a Pregnant Trauma Patient. J Obstet Gynaecol Can JOGC J Obstet Gynecol Can JOGC. Junio de 2015;37(6):
12. Thompson SA. Cardiopulmonary resuscitation in the pregnant patient. Anaesthesia. Octubre de 2013;68(10):

13. SEDAR. Protocolos asistenciales de anestesia y analgesia obstétrica [Internet]. SEDAR. [acceso 3 de diciembre de 2017]. Disponible en: <https://www.sedar.es/download/protocolos-asistenciales-de-anestesia-y-analgesia-obstetrica/>
14. Societat Catalana d'Anestesiologia i reanimació. Reanimación Cardiopulmonar en la gestante. Actualización según las guías 2015 [Internet]. Disponible en: <http://www.academia.cat/files/204-5509-FITXER/RCPGestante.pdf>



Ventilación en transporte aéreo

Índice de capítulo

Transporte aéreo sanitario	204
Aeronaves del Summa 112	205
Consideraciones aeronáuticas del helitransporte sanitario	206
Altitud y cambios de presión	206
Sistema de ventilación del Airbus H145	208
Consideraciones sanitarias del helitransporte sanitario	210
Espacio reducido del habitáculo sanitario	210
Embarque y desembarque del paciente	212
Control del oxígeno a bordo	
por parte de enfermería	214
Reevaluación del paciente	217
Protección del paciente	217
Transporte neonatal	218
A recordar Puntos clave	220

Ventilación en transporte aéreo

Milagros López Pérez

Sacramento Barrajon Martín de la Sierra

Beatriz Jiménez Sánchez-Carpio

Guillermo Sáenz San Bartolomé

Transporte aéreo sanitario

El objetivo del transporte aéreo sanitario es trasladar pacientes graves y potencialmente críticos con las máximas garantías de seguridad, estabilización clínica y hemodinámica al centro hospitalario útil, en el menor tiempo posible para realizar un diagnóstico definitivo y tratamiento precoz, que minimice el riesgo de posibles secuelas.

Para que todo esto sea posible, es imprescindible que todos los eslabones implicados en el transporte aéreo estén bien coordinados, lo cual incluye:

1. Activación adecuada del helicóptero sanitario por parte del locutor 0, incluyendo posibles zonas de toma de aterrizaje HEMS y si fuera necesaria la activación de fuerzas de seguridad locales, Protección Civil versus ambulancia de soporte vital básico para traslado de personal y material sanitario hasta lugar del incidente.
2. Agilidad en la transferencia entre el recurso primario terrestre (si lo hubiera) y la dotación sanitaria del helicóptero y posteriormente entre ésta, y el medio hospitalario.
3. Cursar de manera precisa y con tiempo suficiente preaviso hospitalario a centro útil según patología específica, para que los equipos médicos especialistas generalmente multidisciplinarios, puedan recepcionar de manera inmediata al paciente, a su llegada al hospital, generalmente en el box vital del Servicio de Urgencias Hospitalario.

Aeronaves del Summa 112

En el momento actual el Servicio de Urgencias Médicas de la Comunidad de Madrid, SUMMA 112 cuenta con un único modelo de helicóptero sanitario llamado Airbus H145, situado en dos localidades, denominadas en el sistema de comunicaciones como:

- SUMMA 01: con base en el parque de bomberos de Las Rozas (Madrid).
- SUMMA 02: con base el parque de bomberos de Lozoyuela (Madrid)

La dotación sanitaria de ambos helicópteros está compuesta por un médico, un enfermero y un técnico en

emergencias sanitarias. Se denomina *Romeo*, a la dotación sanitaria de SUMMA 01, cuando está en tierra para diferenciarla de *Lima*, la dotación sanitaria en tierra, de SUMMA 02 . A modo de regla nemotécnica *Romeo*, porque pertenece a la dotación de Las Rozas y *Lima* porque pertenece a la de Lozoyuela.

Imagen 1: Airbus H145- Las Rozas (Madrid).

Fuente: SUMMA 112.



Consideraciones aeronáuticas del helitransporte sanitario

Altitud y cambios de presión

Según Normativa Aeronáutica y Manuales de Vuelo de las Compañías operadoras de los medios aéreos, en la Comunidad de Madrid, se debe volar a una altitud de al

menos 500 pies (ft) sobre el terreno; para conversiones rápidas, 1 metro (m) son 3,3 ft o bien 1000 m/3.300 ft. La altura del helipuerto de Las Rozas es de 2394 ft (725 m) y la de Lozoyuela de 3504 ft (1061 m.). La altura media a la que volamos en la Comunidad de Madrid, oscila de manera general entre 3000 ft y 4500 ft. La zona más alta a la que volamos es el Puerto de Navacerrada situada a 7500 ft (2272 m).

Dicho esto, no debemos olvidar que en aviación, cuando hablamos de altitud, realmente hablamos de ALTITUD/DENSIDAD, dado que el helicóptero se mueve en una masa de aire, cuya temperatura varía según la estación del año. Así en invierno, como la temperatura es más fría, el aire es menos denso, por lo que volaremos a altitudes densidad más bajas, por el contrario en verano, con el aumento de la temperatura, el aire es más denso y la altitud densidad a la que se vuela es mayor. Por esta razón, en verano con altas temperaturas una misión en el Puerto de Navacerrada puede realizarse incluso a altitudes-densidad de 9000 ft (2727 m).

En términos generales, nunca volaremos por encima de los 10.000 ft (3030 m) en la Comunidad de Madrid. Al volar por debajo de esta altitud, no existe un riesgo de hipoxia sobreañadida al traslado por tierra, pero sí, debemos tener en cuenta cómo afectan los cambios de presión al ascender y descender en la patología del paciente. Como hemos dicho anteriormente, nuestro rango medio de vuelo es bastante estrecho (3000-4500 ft) pero en ocasiones, se puede dar la circunstancia de que recepcionemos a un paciente en Bola del Mundo a 7500 ft (2272) y le traslademos al Hospital de Villalba situado a 2920 ft (884 m), con lo que hay que descender 4580 ft, en una distancia de apenas 15 km que son 4 minutos de vuelo. En caso de que la dotación sanitaria valore la necesidad de realizar un vuelo más lento, para evitar disbarismos o barotraumas, esta circunstancia será comunicada al co-

mandante antes del despegue, pudiendo éste, realizar un descenso más progresivo, aproximadamente entre 100 a 150 metros por minuto.

Para concluir, diremos que la *Ley de Boyle-Mariotte*, a la que siempre se hace alguna referencia en los textos de transporte en helicóptero sanitario, especifica que el volumen de una masa de gas a temperatura constante es inversamente proporcional a la presión que se ejerce sobre ella. Se puede extrapolar esta ley, a la fisiopatología del traslado sanitario en helicóptero: al ascender, como la presión atmosférica es menor, el volumen de los gases contenido en cavidades orgánica, el aire del neumotaponamiento del tubo endotraqueal (TET), el aire de las férulas neumáticas o el aire contenido de las bolsas de sueroterapia, tenderá a expandirse con riesgo de barotrauma, estallido del neumotaponamiento, síndrome compartimental en caso de las férulas, aumento de la velocidad de infusión de la perfusión en curso etc.

En realidad, esta expansión comienza a producirse a partir de los 10000 ft, altura que como hemos visto anteriormente, no alcanzamos en la Comunidad de Madrid. También queremos desmitificar, el argumento de riesgo de hipoxia, cuando la altitud aumenta, porque este hecho tampoco ocurre mientras no se sobrepasen los 10.000 ft de altitud.

Por tanto, si bien tenemos que saber que estas circunstancias existen, no condicionan el desempeño cotidiano de nuestro trabajo asistencial, en la Comunidad de Madrid, con respecto al medio terrestre.

Sistema de ventilación del Airbus H145

El sistema de ventilación de la cabina asistencial, está desarrollado y aprobado bajo la Certificación CS-29 de la

Agencia Estatal de Seguridad Europea (EASA), recogida en apartado CS.29.831 VENTILATION y acorde al Manual del Fabricante de AIRBUS:

- Each passenger and crew compartment must be ventilated, and each crew member must have enough fresh air (but not less than 0,3 m³ per minute per crew member) to let crew members performs their duties without undue discomfort or fatigue.
- Crew and passenger compartment air must be free from harmful or hazardous concentrations of gases or vapours.

El proceso de ventilación es el siguiente:

1. Entra aire de impacto desde el exterior a través de una toma en la estructura de la aeronave.
2. Este aire de impacto, pasa posteriormente a través de un difusor, que separa la humedad del aire, entrando ya seco, en los conductos internos del H145.
3. A través de un ventilador, que puede ser activado por el comandante, se fuerza la salida del aire de impacto seco, a través de los 9 difusores de aire que existen en la cabina asistencial, ajustables en dirección e intensidad por la dotación sanitaria.

Por tanto, el aire de la cabina asistencial, así como las posibles fugas de oxígeno, se RECICLAN (no existe recirculación del aire interior) ya que el aire de impacto seco, es impulsado a gran presión hacia las rendijas y espacios propios del Airbus H145, que existen principalmente en la zona trasera. Si además de esto, se abren las ventanillas de las ventanas laterales situadas en las puertas del H145 se genera una corriente que ayuda aún más, al reciclaje del aire, pudiendo incluso manejar los deflectores dispuestos en las mismas ventanillas para redirigir de mejor manera el aire de impacto.

Cada uno de los 9 difusores tiene una capacidad de 0,3 m³ (por pasajero/difusor), al tener 9 difusores se tiene una capacidad en cabina asistencial total de 2.7 m³ por minuto, lo que permite una ventilación de toda la cabina asistencial en 2 minutos (6m³ de cabina asistencial).

Esta es la razón por la que en este modelo de helicóptero, podemos utilizar ventilador Oxylog 3000 plus[®], tanto la modalidad de ventilación mecánica invasiva como no invasiva, con las mismas indicaciones y técnicas que las descritas en capítulo previo, para el medio terrestre. Podemos asumir, por tanto, que aún en caso de fuga de oxígeno al interior de la cabina asistencial, el oxígeno sería desplazado hacia la cola de la aeronave y posteriormente expulsado al exterior a través de las rejillas, por el proceso explicado anteriormente.

Por último, añadiremos que, desde la situación pandémica por SARS-CoV-2, durante todos los estacionamientos en las Zonas de Operación HEMS, helipuertos y en ambas Bases del SUMMA 112, las puertas de cabina y bodega permanecen abiertas, para ventilar durante el mayor tiempo posible, la aeronave.

Consideraciones sanitarias del helitransporte sanitario

Espacio reducido del habitáculo sanitario:

Una vez dentro de la aeronave, el acceso al paciente y al material es más dificultoso que en el medio terrestre, puesto que todos los profesionales estaremos en vuelo con cinturón de triple anclaje (pelvis y ambos hombros). En caso de que éste tenga que ser desabrochado, tendrá que comunicarse al comandante.

Imagen 2: Cabina asistencial del Airbus H145- Las Rozas (Madrid).

Fuente: SUMMA 112.



En el H145, disponemos del ventilador Oxylog 3000 plus[®], que va anclado con un sistema de fijación, a un rail metálico deslizante, que permite ser desplazado con facilidad, tanto en sentido anteroposterior como lateral, a lo largo del techo de la aeronave.

Imagen 3: Oxylog 3000 plus[®] dentro del Airbus H145- Las Rozas (Madrid).

Fuente: SUMMA 112.



Las bombas de perfusión, aspirador y la bala adicional de oxígeno que va en la funda azul, llevan el mismo tipo de anclaje.

Imagen 4: Anclajes de oxígeno, aspirador y bombas de perfusión.

Fuente: SUMMA 112.



Esta característica, intrínseca al helitransporte sanitario, nos obliga a tener gran capacidad anticipatoria ante potenciales complicaciones que puedan surgir en vuelo, por eso realizaremos en tierra, antes del despegue, todas aquellas técnicas necesarias en ese momento, así como las susceptibles de complicarse como por ejemplo: intubación oro-traqueal con sondaje nasogástrico, aspiración de secreciones, canalización de vías periféricas, colocación de parches de marcapasos externo, carga de medicación intravenosa urgente y previsible (atropina, adrenalina, sedoanalgesia, relajantes musculares, etc.).

Embarque y desembarque del paciente

En el modelo Airbus H145 el embarque y desembarque del paciente se hace por el portón trasero lo que obliga a pasar la camilla con el paciente y todo el material de electromedicina por un túnel estrecho y en varias etapas de manera progresiva, siendo necesaria la coordinación entre, al menos 3 profesionales. Al ser una maniobra com-

pleja, la dotación sanitaria no se debe perder de vista el TET en caso de paciente intubado, el trazado electrocardiográfico, y las alarmas de monitor y ventilador.

Imagen 5: Embarque/desembarque del paciente en Airbus H145.

Fuente: SUMMA 112.



Control del oxígeno a bordo por parte de enfermería

Actualmente, llevamos 3 balas de oxígeno colocadas en la parte posterior del asiento de enfermería con capacidad de 2,7 litros a 300 bares (b) (2,7 litros a 300 b. = 810 litros por 3 botellas = 2.430 litros de O₂). Para abrir el circuito de oxígeno, enfermería tiene que abrir la llave de apertura del circuito situada detrás de su asiento y después “alimentarlo” abriendo la llave de la bala que va identificada con una marca (en la foto, cinta azul) que indica que esa es la bala que debemos usar en primer lugar hasta que se gaste. Al abrir ambas llaves, sube la presión de oxígeno en un visor analógico y otro digital. Para purgar el sistema haremos la operación inversa: cerraremos la llave de la bala que hemos usado, abriremos el caudalímetro hasta que se purgue todo el circuito y finalmente cerraremos la llave de apertura del circuito. En cada servicio que se haya usado oxígeno el circuito ha de ser purgado por enfermería o en su defecto por el tripulante HEMS.

Imagen 6: Circuito de oxígeno en Airbus H145.

Fuente: SUMMA 112.





Antes de embarcar y desembarcar al paciente, cuando éste necesita aporte de oxígeno, utilizaremos cualquiera de las 2 balas de oxígeno portátil (con capacidad de 2 litros a 200 bares (2 litros a 200 bares = 400 litros por 2 botellas = 800 litros. Una de ellas, va colocada en la parte posterior del asiento del médico (funda roja) y otra, en la parte inferior del mueble de mochilas (funda azul, en la que además va, el conector o “latiguillo” que conecta esta bala con el ventilador).

En resumen, el Airbus H-145, tiene una autonomía de 2.430 litros de las 3 balas fijas + 800 litros de las 2 portátiles = 3.230 litros, a un flujo máximo de 15 litros/m dan una autonomía de 3,5 horas.

Imagen 7: Ubicación de las balas de oxígeno en el Airbus H145.

Fuente: SUMMA 112.



Una vez dentro del helicóptero y durante el vuelo, el conector o “latiguillo” del ventilador va conectado a otro latiguillo de la aeronave.

Para desconectar ambos conectores o “latiguillos” al bajar al paciente, soltamos los conectores apretando una depresión que tiene el conector/latiguillo de a bordo.

Imagen 8: Conectores de oxígeno al ventilador Oxylog 3000 plus® en Airbus H145.

Fuente: SUMMA 112.



No debemos olvidar que en traslados fuera de la Comunidad de Madrid, como por ejemplo al hospital de parapléjicos de Toledo, las conexiones a sus balas de oxígeno portátiles son distintas, por lo que llevamos una conexión adicional específica, en la malla de la ventana de babor.

Imagen 9: Conector especial de oxígeno al ventilador Oxylog 3000 plus® en Airbus H145.

Fuente: SUMMA 112.



Reevaluación del paciente

La auscultación de paciente en vuelo ante empeoramiento es menos fiable que en el transporte terrestre, por lo que recurriremos a los valores y curvas de capnografía y de pulsioximetría del monitor Lifepak 15, ante sospecha de extubación.

Protección del paciente

Siempre colocaremos al paciente **cascos de protección** auditiva, y les explicaremos por qué. Así mismo acordaremos con él antes del despegue y si su situación clínica lo permite, algún tipo de gesto (por ejemplo, pulgar hacia arriba o hacia abajo) para conocer su grado de confort durante el vuelo, dado que la comunicación verbal, será prácticamente imposible.

Actualmente tenemos un modelo de adulto y dos infantiles según la edad del niño.

Imagen 10: Protectores auditivos en Airbus H145.

Fuente: SUMMA 112.



En el Airbus H145, el paciente siempre es trasladado sobre **colchón de vacío** (no siempre con vacío hecho) y atado con varias correas de seguridad. Si vomita en vuelo, nos obliga a girarlo en bloque sobre su decúbito lateral izquierdo, pero para ello al menos 2 miembros de la dotación sanitaria tendrían que desabrocharse su cinturón de seguridad, lo que conlleva un riesgo sobreañadido a la potencial broncoaspiración del paciente. Por eso ante esta posibilidad y en pacientes con elevado riesgo de cinetosis, valoraremos la posibilidad de administrar 10 mg de metoclopramida intravenosa de manera preventiva.

Según nuestra experiencia profesional, la probabilidad de sufrir cinetosis en vuelo, no es mayor, a la generada durante el traslado terrestre, teniendo en cuenta que la posición del paciente en este helicóptero es en el sentido de avance y se mejora la estabilidad con el Sistema Active Vibration System de AIRBUS que amortigua las posibles turbulencias ligeras que se puedan producir durante el vuelo.

Así mismo la camilla tiene la posibilidad de subir tronco superior para disminuir la cinetosis de los pacientes y los cristales tintados para evitar el efecto flicker que puede producir el rotor girando.

Transporte neonatal

El transporte neonatal en la Comunidad de Madrid así como el mantenimiento de la incubadora y la revisión de todos los aparatos de electromedicina, asociados a ella: monitor Philips® Vellinuri®, ventilador Hamilton® y bombas de perfusión, es responsabilidad del neonatólogo de hospital y enfermería de Soporte Vital Avanzado de Enfermería (SVAE) del SUMMA 112, por ser ellos quienes realizan el transporte neonatal. No lo realizan las dotaciones sanitarias del SUMMA 01 ni SUMMA 02.

Imagen 11: Incubadora para transporte neonatal en Airbus H145.

Fuente: SUMMA 112.



El módulo de la incubadora está en la Base de Las Rozas; cuando se va a realizar un transporte neonatal, el Airbus H145 de Lozoyuela se desplaza a Las Rozas, para recogerlo y realizar el transporte neonatal.

Esta reorganización de recursos, permite mantener operativas tanto la dotación sanitaria terrestre de UVI 18, con base en Lozoyuela, así como la dotación sanitaria de SUMMA 01, con base en Las Rozas, cuya posición geográfica al ser más centrada, proporciona mejoras isocronas, en cualquier punto de la Comunidad de Madrid. De esta manera, la continuidad asistencial, sigue estando garantizada, aún realizándose un transporte neonatal.



A recordar | Puntos clave

- En aviación, cuando hablamos de altitud, realmente hablamos de **ALTITUD/DENSIDAD**.
- **En invierno**, la temperatura es más fría y el aire es menos denso, por lo que **volaremos a altitudes-densidad más bajas**. **En verano**, con el aumento de la temperatura, el aire es más denso y la **altitud-densidad** a la que se vuela es **mayor**.
- En la **Comunidad de Madrid nunca volaremos por encima de los 10.000 ft (3030 m)** por lo tanto **no** existe un **riesgo de hipoxia** sobreañadida al traslado por tierra, pero sí hay que **tener en cuenta** cómo afectan los **cambios de presión en los ascensos y descensos** a la patología del paciente.
- El ventilador utilizado en el helitransporte sanitario del SUMMA 112 es el **Oxylog 3000 plus®**. Debido a que el aire **en la cabina asistencial NO se recicla no existe riesgos por fugas** de oxígeno.
- La **auscultación en vuelo** es **menos fiable** que en el transporte terrestre, por lo que recurriremos a los valores y curvas de capnografía/pulsioximetría del monitor Lifepak 15, ante sospecha de extubación.
- Existen **3 balas de oxígeno** colocadas en la parte posterior del asiento de enfermería. Para abrir el circuito de oxígeno, enfermería tiene que abrir la llave de apertura del circuito situada detrás de su asiento y después “alimentarlo” abriendo la llave de la bala que va identificada con una marca (en la foto, cinta azul) que indica que esa es la bala que debemos usar en primer lugar hasta que se gaste.
- **Antes de embarcar y desembarcar al paciente**, cuando éste necesita aporte de oxígeno, utilizaremos **cualquiera de las 2 balas de oxígeno portátil**.

Bibliografía

1. Mispireta E, Levin R. Generalidades del traslado aéreo en helicóptero de pacientes y su relación con alteraciones cardiovasculares. Universidad Abierta Latinoamericana. Septiembre 2004.
2. Martín, T. Aeromedical Transportation: A Clinical Guide (2ª edición).2006. <https://doi.org/10.1201/9781315263281>
3. NOTA INFORMATIVA DE ELIANCE , elaborada por Coordinador de Bases de SUMMA 112 , H-145 CAP. Guillermo Sáenz San Bartolomé. 2020.
4. Soreide, E. Prehospital Trauma Care (1ª ed.). Ed Grande, C.M. 2001. <https://doi.org/10.1201/b14021>
5. Grace K, The Ventilador: selection of mechanical ventilators.Critical Care Clinics, Volumen 14. Número 4. 1988.
6. W.B. Saunders Company. Ph. Pennsylvania. USA.5. Slutsky A, et al. Mechanical Ventilation. ACCP Consensus Conference. Chest 1993 104:1833-59.6.
7. Lovesio C. Capítulo Ventilación Mecánica. Medicina Intensiva, Enero 2006, Editorial El Ateneo, Buenos Aires,Argentina.
8. Dueñas C, Ortiz G, González M. Ventilación Mecánica.Aplicación en el Paciente crítico, 2003. Editorial Distribuna,Bogotá, Colombia.
9. Gozalo ME. Ventilación Mecánica Básica, Procedimientos Respiratorios. Sección 5, Capítulo 82.
10. Tratado de Enfermería de Cuidados Críticos y Neonatales, Julio 2007 <http://www.eccpn.aibarra.org/temario/seccion5/capitulo82/capitulo82>.



Ventilación en patología COVID-19

Índice de capítulo

Patología COVID-19	223
Fisiopatología COVID-19	224
Clínica de la COVID-19	225
Manejo ventilatorio	226
Primer escalón: uso de la oxigenoterapia convencional	226
Segundo escalón: ventilación mecánica no invasiva (VMNI)	229
Tercer escalón: ventilación mecánica invasiva (VMI)	232
A recordar Puntos clave	240

Ventilación en patología COVID-19

Julio Ruíz Palomino

Soledad Gómez de la Oliva

Cristina Horrillo García

Óscar Carrillo Fernández

Patología COVID-19

La COVID-19 es una enfermedad infecciosa cuyo agente etiológico es un coronavirus. Los coronavirus son una familia de virus en la que están incluidos aquellos que pueden producir enfermedades comunes, como un res-

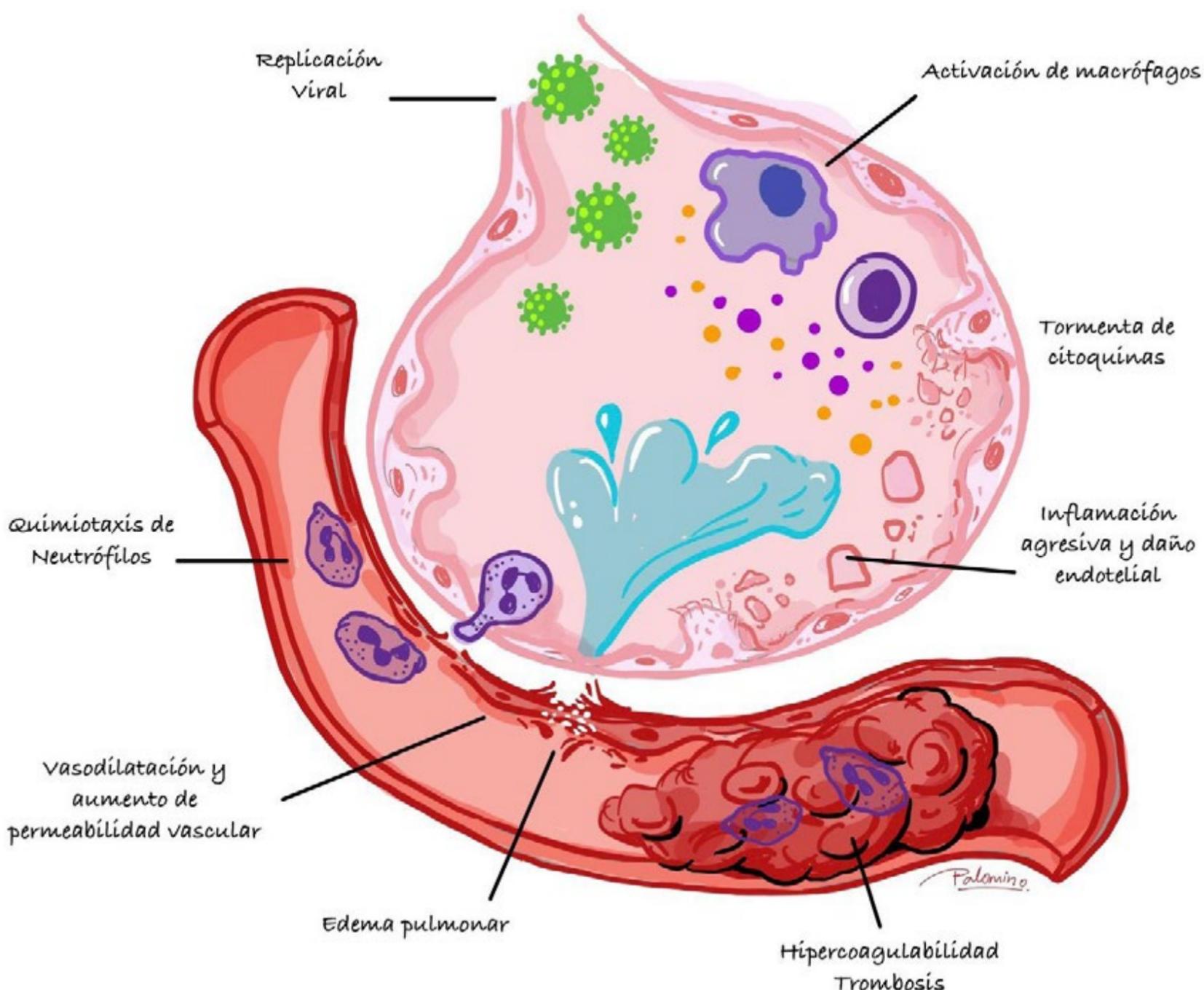
friado, hasta aquellos que pueden generar episodios pandémicos como la del actual COVID-19 que pueden dar lugar a un síndrome respiratorio agudo severo (SRAS).

Fisiopatología COVID-19

La infección por COVID - 19 provoca un daño intersticial que repercute sobre el intercambio gaseoso del paciente, comprometiendo la oxigenación y ventilación de este.

La hipoxemia y la disnea son signos clásicos de los trastornos de la oxigenación y SARS, sería su consecuencia final. Además, se puede acompañar de un alto componente obstructivo debido al aumento de mucosidad que se acumula en vía aérea.

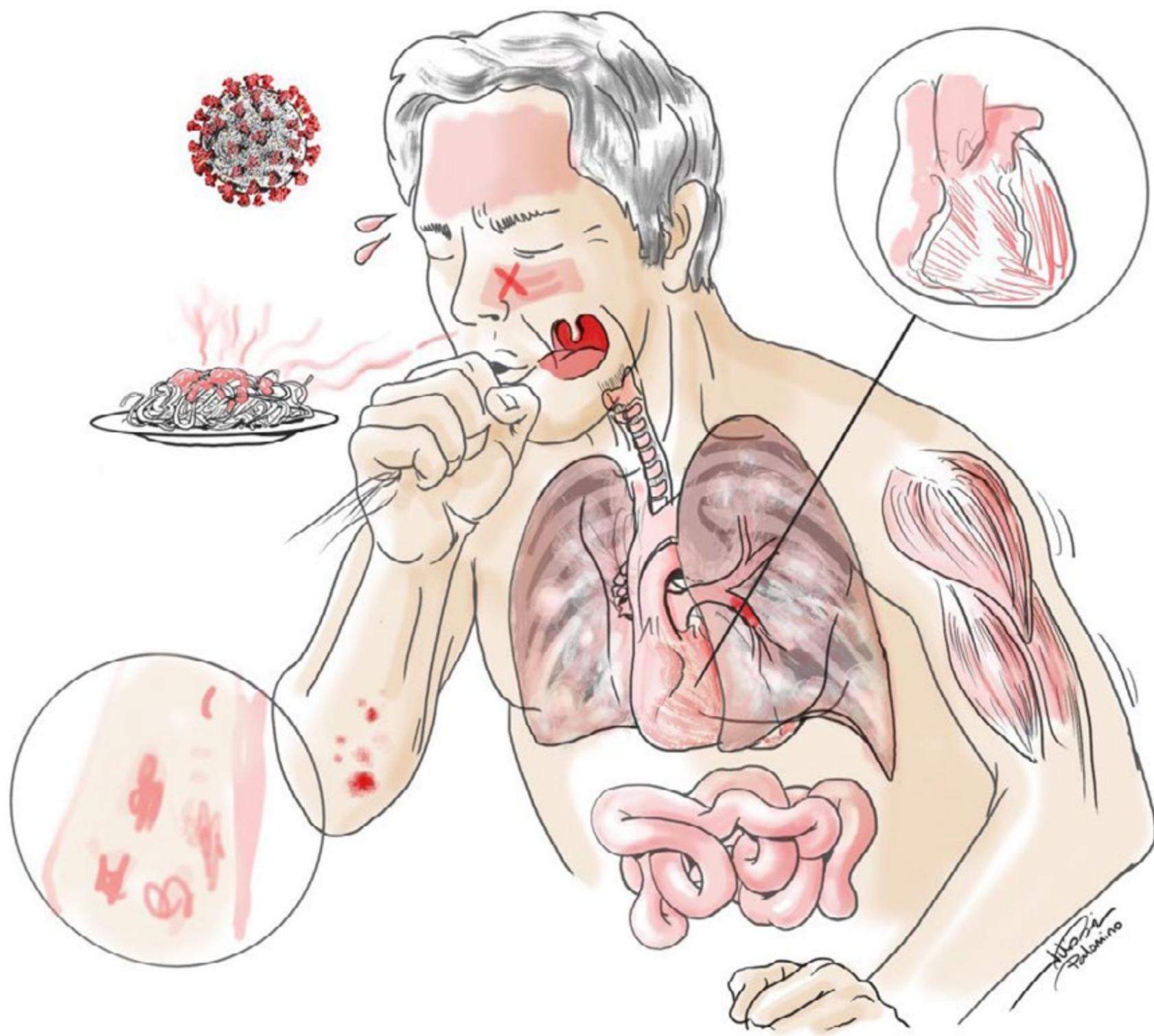
Ilustración 1. Fisiopatología Infección CoVid19.



Por lo tanto, las alteraciones sobre la funcionalidad del pulmón tienen que ver con el aumento de la distensión y de la resistencia en la vía aérea.

Clínica de la COVID-19

Ilustración 2. Clínica Infección COVID 19.



Desde el ámbito en el que nos manejamos, debemos de considerar signos de ALERTA para la necesidad de terapia ventilatoria de apoyo:

Podríamos aplicar en esta valoración alguna de las escalas clínicas que aparecen en los manuales o guías clínicas de manejo, pero los signos clínicos, por sí solos, nos deben alertar de la gravedad y/o empeoramiento de un paciente.

La neumonía es el cuadro más frecuente que puede aparecer en estos pacientes, con lo que estamos hablando de una patología RESTRICTIVA, susceptible de uso de terapia ventilatoria.

Tabla 1. Signos y síntomas de alerta.

Comisión de Ventilación SUMMA112

Signos de dificultad respiratoria	Signos de mala oxigenación	Exploración física
Tiraje Uso de musculatura accesoria Asincronía abdominal Dificultad para conversar Taquipnea > 30 rpm	Obnubilación Cianosis central y periférica	Mala correlación entre el estado clínico del paciente (obnubilación e hipoxemia) y la exploración (auscultación pulmonar)

Manejo ventilatorio

Primer escalón: uso de la oxigenoterapia convencional

En todo paciente con sospecha de COVID-19 se utilizarán siempre como primera opción las gafas nasales o la mascarilla con reservorio.

Se desaconseja el uso de mascarilla “ventimask” y de aerosoles: La mascarilla “ventimask” genera más aerosoles que las gafas nasales o el reservorio¹, aunque se coloque la mascarilla quirúrgica por encima, debido a su efecto Venturi.

Tabla 2. Primer escalón de ventilación en paciente COVID-19.

Recomendaciones de ventilación del paciente COVID-19 en el SUMMA 112. Nov. 2020
Comisión de Ventilación SUMMA112.

TERAPIA VENTILATORIA	CARACTERÍSTICAS
GAFAS NASALES	<p>Colocar las gafas nasales sin abrir la bala de oxígeno y sobre ellas una mascarilla quirúrgica². Retirarnos a 1 metro del paciente (sin protección adecuada a 2 metros). Abrir el caudalímetro del oxígeno a 2-3 litros por minuto (lpm).</p> <p>Colocar las gafas nasales sin abrir la bala de oxígeno y sobre ellas una mascarilla quirúrgica². Retirarnos a 1 metro del paciente (sin protección adecuada a 2 metros). Abrir el caudalímetro del oxígeno a 2-3 litros por minuto (lpm).</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
MASCARILLA RESERVORIO	<p>Colocar la mascarilla con reservorio sin abrir la bala de oxígeno y sobre ella una mascarilla quirúrgica². Retirarnos a 1 metro del paciente (sin protección adecuada a 2 metros). Abrir el caudalímetro del oxígeno a 6 lpm e ir aumentando hasta $SpO_2 > 95\%$.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>

<p>TRAQUE- OSTOMÍA</p>	<p>Además de mascarilla quirúrgica en boca y nariz se colocará otra en la traqueostomía.</p> 
<p>TERAPIA CON INHALADORES</p>	<p>En COVID-19 está desaconsejada la aerosolterapia convencional por el alto riesgo de aerosoles^{1,3}. Para poder usar inhaladores usaremos la cámara espaciadora. En el manejo de esta terapia, debemos de tener en cuenta el estado de colaboración del paciente.</p> <p>El equipo sanitario se colocará siempre detrás del paciente al aplicar la terapia, evitando así colocarse en la línea de respiración de este.</p> <p>Tras su uso, la cámara espaciadora será guardada en doble bolsa y dejada en la caja de material pendiente de esterilizar.</p> <div data-bbox="619 2009 1093 2459" style="border: 1px solid yellow; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>Si el paciente colabora inhalará por la boquilla de la cámara.</p> </div>  <div data-bbox="527 2508 1752 3178" style="border: 1px solid yellow; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>Si hay falta de colaboración del paciente por deterioro cognitivo³, se acoplará la cámara de nebulización a la mascarilla del balón resucitador. Para ello, se necesitará el adaptador swivel (de la tubuladura de ventilación mecánica) o pieza del prolongador de tubo endotraqueal. Sellaremos bien la mascarilla a la cara del paciente, para lo cual nos colocaremos detrás de este.</p> </div>

Segundo escalón: ventilación mecánica no invasiva (VMNI)

La evidencia científica actual, respecto a la VMNI en pacientes COVID-19, recomienda el uso de tubuladura de doble rama, filtro de alta protección en la rama espiratoria y mascarilla Helmet o “total face”⁹⁻¹⁸.

En el SUMMA 112 disponemos de ventiladores con tubuladura de una sola rama, filtros de alta protección y máscara oronasal. La indicación de VMNI será clínica. Se debe valorar premedicar y realizar test de antígeno COVID-19 antes del inicio de la VMNI.

1. Preparación del material

- Elegir la máscara adecuada y comprobando que los tapones de la máscara están cerrados.

Imagen 1. Uso de VMNI.

“Recomendaciones de ventilación del paciente COVID-19 en el SUMMA 112” nov. 2020



- Colocar doble filtro. Esto supone aumentar la seguridad del equipo sanitario ante desconexiones accidentales, aunque suponga un aumento del espacio muer-

to. El filtro debe tener cerrado el tapón el puerto de la capnografía. La colocación será:

- ▶ un filtro entre la máscara y la tubuladura.
- ▶ otro filtro entre la tubuladura y el ventilador

2. Encender y programar el ventilador SUMMA 112

- PROGRAMACIÓN EN CPAP: es la que más se recomienda porque se produce un número menor de fugas.

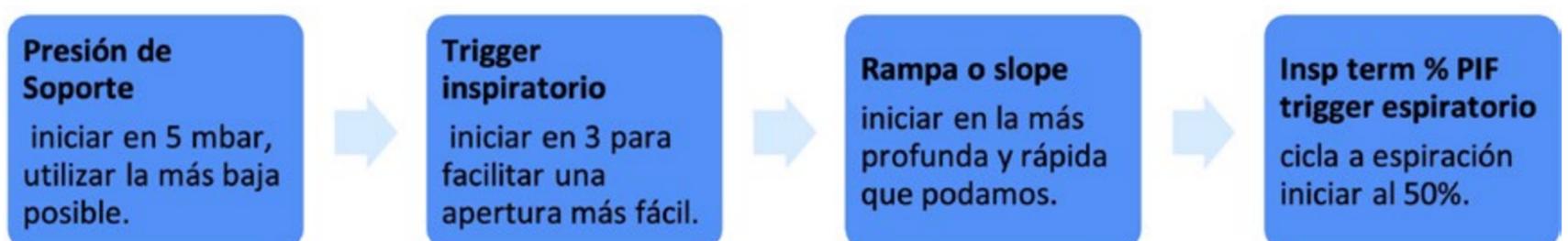
Tabla 3. Primer escalón de ventilación en paciente CoVid19. Comisión de Ventilación SUMMA112



LEYENDA.: CPAP (Continuos Positive Airway Presion). NIV (Non invasive ventilation).
HME (Filtro Humidificación)

- PROGRAMACIÓN EN BiPAP: Seguir pasos 1) 2) y 3) CPAP y pulsar en ajustes:

Tabla 4. Primer escalón de ventilación en paciente CoVid19. Comisión de Ventilación SUMMA112



Apagar la fuente de oxígeno inmediatamente **antes** de colocar la máscara.

Objetivo: conseguir un VTe que sea de 4-6 ml/kg de peso ideal

3. Ajustar y sellar la máscara (interface).

- Ajustar y sellar lo mejor posible la interface con venda coban© y con las cinchas desde atrás, evitando la línea de respiración del paciente. Colocar doble mascarilla quirúrgica encima de la interface para que quede bien cubierta. Realizar el ajuste lo más rápido posible.

Imagen 2. Ajuste y sellado de VMNI.

“Recomendaciones de ventilación del paciente COVID-19 en el SUMMA 112” nov. 2020



4. Lo antes posible abrir fuente oxígeno del ventilador ya programado e iniciar la VMNI.

- Realizar el inicio de la VMNI en el lugar más ventilado posible.
- Mantener una distancia mínima de seguridad de 2 metros con el personal sanitario. Todo el personal sanitario deberá estar protegido con EPI tipo III, gafas y pantalla.

Tercer escalón: ventilación mecánica invasiva (VMI)

Tabla 5. Tercer escalón de ventilación en paciente CoVid19

Comisión de Ventilación SUMMA112>

1.- PREOXIGENACIÓN Y MEDICACIÓN			
Utilizar mascarilla reservorio a 15 lpm	Valorar la administración de metoclopramida 0,5 mg/kg iv o antisialagogo como atropina 0,02 mg/kg iv.	Realizar test de antígeno COVID-19 durante la premedicación.	
Se desaconseja la preoxigenación con balón resucitador por la alta concentración de aerosoles que genera. Si hubiese que realizar la preoxigenación con balón resucitador, se recomienda hacerla bimanual para reducir las fugas Utilizar mascarilla reservorio a 15 lpm.			
2.- SECUENCIA RAPIDA DE INTUBACION ³⁻⁴			
Es muy importante la sedación profunda y adecuada del paciente, usando un bloqueante neuromuscular para evitar los esfuerzos respiratorios			
Analgesia: Fentanilo (2 mcg/kg)	Sedación: Midazolam (0,05mg/kg) + Ketamina (1-2mg /kg iv)	Si contraindicación de Ketamina Pac Estable HD Propofol (1-2 mg/kg) Pac Inestable HD Etomidato (0,2-0,3 mg/kg)	Relajación: Rocuronio (1-2mg/kg)
3.- AISLAMIENTO DE LA VÍA AÉREA			
<ul style="list-style-type: none"> Se realizará como primera opción con mascarilla laríngea y posteriormente se procederá a introducir el tubo anillado disponible para la Fastrach para lograr la intubación a ciegas. El tubo deberá estar bien lubricado, seleccionando un calibre de medio número menor al calculado para asegurar que progrese correctamente. Valorar colocar una mascarilla quirúrgica perforada por encima de la mascarilla laríngea Fastrach + filtro + sonda de capnografía. No se recomienda retirar la mascarilla laríngea tras la intubación. 			

Preparación del ventilador:

- Conectar a la tubuladura.
- Encender el ventilador.
- Colocar doble filtro, para aumentar la seguridad del equipo sanitario ante desconexiones accidentales y pese al aumento del espacio muerto que esto supone. El filtro debe tener el puerto de la capnografía cerrado. La colocación será:
- Uno proximal a la mascarilla (entre la mascarilla laríngea y la tubuladura)
- Otro distal (entre el ventilador y la tubuladura).

Imagen 3. VMI.

“Recomendaciones de ventilación del paciente covid-19 en el SUMMA 112” Nov. 2020



Programación ventilador:

Los pacientes COVID-19 necesitarán PEEP altas y ventilación protectora con Volumen tidal bajo:

Tabla 6. Parámetros en VMI.

Comisión de Ventilación SUMMA112

VT: 6-8 ml/kg peso ideal	PEEP: iniciar en 8-10 mbar
FR de 10-20 rpm	Relación I:E 1:2
FiO ₂ para SpO ₂ >95%	Presión máxima: 35 mbar

Leyenda: VT (Volumen Tidal); FR (Frecuencia respiratoria)

Objetivos:

Mantener SpO₂ > 95% (o en torno 90% si es retenedor)
 Mantener ETCO₂ 35-45 mBar, permitiendo una hipercapnia permisiva
 buscando una Presión Pico (PIP) <35 mbar
 buscando una Presión Meseta (Pplateau) <30 mbar

Aspiración del tubo endotraqueal:

No se recomienda realizar aspiración³ a no ser que sea estrictamente necesario debido al riesgo que se corre de difusión del virus y pérdida de PEEP.

En caso de necesitar aspirar, se debe introducir la sonda de aspiración en el swivel a través de su conector. En este caso, el filtro se conectará entre el conector swivel y la tubuladura (habitualmente, en pacientes No covid-19, el filtro va situado entre el tubo endotraqueal y el conector).

Imagen 4. Ajuste y sellado de VMI.

“Recomendaciones de ventilación del paciente COVID-19 en el SUMMA 112” nov. 2020



ANEXO 1:

Recomendaciones de ventilación en el habitáculo asistencial

Manejo durante la atención en el domicilio

En caso de realizar una terapia respiratoria:

- Colocar al paciente cerca de una ventana
- Abrirla y salir de la habitación hasta que termine el tratamiento
- Colocación del personal fuera de línea de respiración del paciente
- Vigilar al paciente desde la puerta entreabierta.
- Se desaconseja el uso de aire acondicionado o calefacción si la habitación está cerrada.

Manejo durante el transporte

- En la cabina asistencial estará el menor personal sanitario posible, intentando mantener la máxima distancia a la cabeza del paciente.
- Colocarse fuera de la línea de respiración del paciente.
- Cerrar la ventanilla de comunicación con la zona de conducción.
- Abrir unos centímetros la ventanilla lateral si flujo de > 6lpm, pero se debe cerrar cuando se pase por zonas de alta concentración de personas.
- Activar el sistema de extractor del vehículo.
- Se desaconseja el uso de calefacción/aire acondicionado pues, existe el riesgo de contaminar el interior del sistema de ventilación y recontaminar accidentalmente el habitáculo después.

Manejo para el personal sanitario

El personal sanitario debe estar protegido con el EPI adecuado siguiendo el protocolo de puesta y retirada (si terapia respiratoria siempre EPI tipo IIIb):

- Mascarilla: Mascarilla FFP2 o FFP3.

- Gafas estancas. Pantalla protectora (si es posible). Calzas (si es posible).
- Cabello recogido y gorro de quirófano (si es posible).
- Guantes de protección. Doble si no hay sello de la CEE
- EPI tipo IIIb: mono o bata impermeable

ANEXO 2. Procedimientos que generan aerosoles

- Oxigenoterapia: principalmente el uso de mascarilla Venturi.
- Tratamiento con nebulizador.
- Ventilación con mascarilla y bolsa autoinflable.
- Succión orofaríngea.
- Intubación oro-traqueal.
- Presión positiva continua de las vías respiratorias (CPAP)
- Presión positiva bifásica de las vías respiratorias (BiPAP).
- Reanimación que incluya intubación de urgencia.
- Reanimación cardiopulmonar (RCP).

IMPORTANTE DURANTE EL TRASLADO: En el habitáculo de la UVI móvil los sanitarios se colocarán fuera de la línea de respiración del paciente. Se abrirá la ventana de la cabina asistencial y extractor del vehículo. Maximizar la distancia de seguridad en lo posible.

ANEXO 3. Traslados interhospitalarios COVID 19 intubados^{3,19-27}

Asegurar un aislamiento correcto del personal y evitar aerosoles con esfuerzos respiratorios de tal forma que antes de iniciar la transferencia en el hospital comprobaremos:

1. Que la presión del neumotaponamiento del tubo endotraqueal es correcta.

2. Que la sedorelajación del paciente es profunda.

Se deben realizar todas las terapias ANTES de llegar a nuestra cabina asistencial por su espacio reducido y para intentar contaminar lo menos posible.

Procedimiento de actuación:

1. Conectar tubuladura con doble filtro y programar el ventilador y después cerrar la fuente de oxígeno.
2. Apagar el ventilador del hospital.
3. Pinzar tubo endotraqueal (tet): para eliminar la pérdida de peep y evitar la difusión del virus. Colocar doble pinza enfrentada para pinzar adecuadamente el tubo endotraqueal.
4. Retirar tubuladura y filtro hospitalario. La mayoría de las veces el filtro no se adapta a nuestra tubuladura.

Imagen 5. Retirada de tubuladura y filtro hospitalario. “

Recomendaciones de ventilación del paciente covid-19 en el SUMMA 112” Nov. 2020



5. Conectar a nuestro ventilador

Conectar nuestro ventilador (tubuladura, doble filtro, sonda capnografía) al tubo endotraqueal del paciente.

6. Abrir fuente de oxígeno y despinzar el tubo endotraqueal

Con esta última maniobra continuaremos con la ventilación mecánica del paciente. Mantendremos la vigilancia sobre alarmas y parámetros ventilatorios. Cuando transfiramos al paciente nuevamente, repetiremos la misma operación desde el equipo de la UVI móvil al equipo hospitalario.

Anexo 4. Traslado de pacientes en posición de prono³⁻⁸

El traslado en esta posición se debe valorar sólo en:

- Pacientes ESTABLES
- Con insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica

Son pacientes que, pese a que mejoran su nivel de consciencia y SpO₂ con oxigenoterapia convencional, mantienen saturaciones muy ajustadas. No se deben trasladar en prono con VMNI o con VMI por la complicación que esta técnica requiere.

Posición:

- Colocar al paciente en decúbito prono, con mascarilla reservorio y mascarilla quirúrgica encima.
- Camilla horizontal
- Paciente tumbado con los miembros superiores aproximados al tronco y una de las palmas de las manos hacia abajo mientras que la otra abrazará su cabeza.
- La cabeza girada hacia el lado donde se localizan los aparatos de electromedicina (para evitar la línea de respiración de los sanitarios).
- Colocar uno de los laterales del inmovilizador de cabeza en el lado derecho de la cabeza del paciente a modo de almohada.
- Monitorizar en la espalda.
- Abrir la ventana de la cabina asistencial y el extractor del vehículo

Imagen 6. Traslado en posición prono

“Recomendaciones de ventilación del paciente covid-19 en el SUMMA 112” Nov. 2020





A recordar | Puntos clave

- En la IRA producida por **la COVID-19** es característico la **mala correlación** entre el **estado clínico** del paciente (obnubilación e hipoxemia) **y la exploración** (auscultación pulmonar).
- Al aplicar **oxigenoterapia convencional** está **desaconsejado** el **ventimask©** y **mascarilla con aerosoles**.
- La **indicación** de **VMNI** será **clínica**. Se debe valorar premedicar y realizar test de antígeno COVID-19 antes del inicio de la VMNI.
- En **VMI** realizar **sedorelajación profunda** del paciente. Intubar con fastrach y tubo anillado. Programar **el ventilador** en **volumen** control con PEEP elevadas.
- En la medida de lo posible está **desaconsejada la aspiración del tubo endotraqueal** en el habitáculo del Soporte vital avanzado.

Bibliografía

1. Leung CCH, Joynt GM, Gomersall CD, Wong WT, Lee A, Ling L, et al. Comparison of high-flow nasal cannula versus oxygen face mask for environmental bacterial contamination in critically ill pneumonia patients: a randomized controlled crossover trial. *Journal of Hospital Infection*. 2019; 101:84-7.
2. CDC. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) [Internet]. Centers for Disease Control and Prevention. 2020 [citado 3 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/infection-control/control-recommendations.html>.
3. Carratalá Perales JM, Sánchez Rocamora JL, García Castro A. Actitud y Aptitud ante el SARS-CoV-2 y otros "Asesinos" Similares. 05/2020.P 63-95 Pdf.
4. Archivos del Manejo Respiratorio COVID-19 en el Summa112. Evaluación Inicial Extrahospitalaria, Estimación de Severidad del Cuadro Respiratorio. 2020. Pdf
5. Servicio de prevención de riesgos laborales del Summa 112. Procedimiento Integrado para la Atención a un Caso Sospechoso de Enfermedad Respiratoria de Alerta Internacional (SARS-Cov-2 y otros). 21/02/2020. Pdf.
6. 1. José M. Vergara Olivares Médico del 061-Insalud de Ceuta HTTP el al. Transporte del paciente crítico. <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/pdguanabo/transpor.pdf>
7. 2. Diana Serrano. Posiciones de Traslado. <https://serralco.es/posiciones-de-traslado/>
8. 3. Carlos Andrés González-Pola Viña. Posiciones anatómicas del paciente en el traslado en ambulancia 18/02/2020. <https://revistamedica.com/posiciones-anatomicas-paciente-traslado-ambulancia/#-Decubito-prono-decubito-ventral>
9. Nola JP, Olasveengen T, Castrén M, Handley A., Kuzovlev A., Monsieurs KG et al. European Resuscitation Council Guías COVID-19. Pdf. Disponible en: https://www.erc.edu/sites/5714e77d5e615861f00f7d18/content_entry5ea884fa4c84867335e4d1ff/5ea885f34c84867335e4d20e/files/ERC_covid19pages.pdf?1588257310
10. Cinesi Gómez C, Peñuelas Rodríguez O, Luján Torné M, Egea Santalalla C, Masa Jiménez J F, García Fernández el al. Recomendaciones de consenso respecto al soporte respiratorio no invasivo en el paciente adulto con insuficiencia respiratoria aguda secundaria a infección por SARS-CoV-2. 2020. Pdf
11. Ministerio de Sanidad. Procedimiento de actuación frente a casos de

- infección por el nuevo coronavirus (SARS-CoV-2). Disponible en: https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov-China/documentos/Procedimiento_COVID_19.pdf.
12. World Health Organization. Coronavirus disease (COVID-19) outbreak. (<https://www.who.int>).
 13. Ji Y, Ma Z, Peppelenbosch MP, Pan Q. Potential association between COVID-19 mortality and health-care resource availability. *Lancet Glob Health*. 2020;
 14. Guan W, Ni Z, Hu Y, Liang W, Ou C, He J, et al. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. *N Engl J Med*. 2020; NEJM oa2002032.
 15. Metlay JP, Waterer GW, Long AC, Anzueto A, Brozek J, Crothers K, et al. Diagnosis and Treatment of Adults with Community-acquired Pneumonia. An Official Clinical Practice Guideline of the American Thoracic Society and Infectious Diseases Society of America. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019;200:e45-67.
 16. Malave A, Elamin EM. Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS)-Lessons for Future Pandemics. *Virtual Mentor*. 2010; 12:719-25.
 17. Park J-E, Jung S, Kim A, Park J-E. MERS transmission and risk factors: a systematic review. *BMC Public Health*. 2018; 18:574.
 18. Uyeki TM, Bernstein HH, Bradley JS, Englund JA, File TM, Fry AM, et al. Clinical Practice Guidelines by the Infectious Diseases Society of America: 2018 Update on Diagnosis, Treatment, Chemoprophylaxis, and Institutional Outbreak Management of Seasonal Influenza. *Clinical Infectious Diseases*. 2019;68: e1-47.
 19. ESC Guidance for the diagnosis and Management of CV Disease during the COVID 19 Pandemic. ESC group. 2020. Pdf.
 20. Recomendaciones en Resucitación Cardiopulmonar sobre COVID19. Consenso de resucitación de Reino Unido. Marzo 2020 en: <https://www.urgenciasyemergen.com/>
 21. Protocolo de manejo COVID-19 en UCCQ Hospital Universitario La Paz. Abril 2020. Pdf.
 22. Protocolo del Manejo Global de los Pacientes Críticos con SARS-CoV (V.01.23/03/2020). Hospital Universitari I Politecnic La Fe. Pdf
 23. Scala R, Heunks L. Highlights in acute respiratory failure. *European Respiratory Review*. 2018; 27:180008.
 24. Roca O, Hernández G, Díaz-Lobato S, Carratalá JM, Gutiérrez RM, Masclans JR, et al. Current evidence for the effectiveness of heated and humidified high flow nasal cannula supportive therapy in adult patients with respiratory failure. *Crit Care*. 2016; 20:109.

25. WHO. Clinical management of severe acute respiratory infection when novel coronavirus (2019-nCoV) infection is suspected. Disponible en: <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruses/clinical-management-of-novel-cov.pdf>.
26. Bouadma L, Lescure F-X, Lucet J-C, Yazdanpanah Y, Timsit J-F. Severe SARS-CoV2 infections: practical considerations and management strategy for intensivists. *Intensive Care Med* [Internet]. 2020 [citado 3 de marzo de 2020]; Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s00134-020-05967-x>.
27. Yang X, Yu Y, Xu J, Shu H, Xia J, Liu H, et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *The Lancet Respiratory Medicine*. 2020; S2213260020300795.
28. NC, Shrestha N, Rahman MS, Zaki R, Tan Z, Bibi S, et al. The SARS, MERS and novel coronavirus (COVID-19) epidemics, the newest and biggest global health threats: what lessons have we learned? *Int J Epidemiol*. 2020; 39. Ministerio de Sanidad. Prevención y control de la infección en el manejo de pacientes con COVID-19. Disponible: https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov-China/documentos/Documento_Control_Infeccion.pdf.
29. WHO. Rational use of personal protective equipment for coronavirus disease 2019 (COVID-19). Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331215/WHO2019-nCov-IPCPPE_use-2020.1-eng.pdf
30. CDC. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) [Internet]. Centers for Disease Control and Prevention. 2020 [citado 3 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/infection-control/control-recommendations.html>
31. Recomendaciones de Protección para sanitarios del Ministerio de Sanidad de España. 14/07/2020. Pdf.



Otras terapias ventilatorias

Índice de capítulo

Terapia de alto flujo con cánulas nasales y humidificación activa (TAFCN).	245
Definición:	245
Ventajas	247
CPAP de Boussignac®	248
Definición	248
Indicaciones/Contraindicaciones	250
Colocación/cuidados del paciente	251
Parámetros de inicio	251
Manejo de la técnica	252
Otros dispositivos no mecánicos de Soporte Respiratorio No Invasivo (SRNI)	255
Definición	255
Indicaciones/Contraindicaciones	256
Parámetros de inicio	256
Manejo de la técnica	256
B-Card®	257
Definición	257
Indicaciones/Contraindicaciones	260
Colocación/cuidados del paciente	260
Parámetros de inicio	260
Manejo de la técnica	260
A recordar Puntos clave	263

Otras terapias ventilatorias

Gabriel Díaz Medina

Óscar Rodríguez Rodríguez

Terapia de alto flujo con cánulas nasales y humidificación activa (TAFCN).

La TAFCN viene a situarse como un escalón intermedio entre la oxigenoterapia convencional y la ventilación mecánica no invasiva (VMNI). Inicialmente se utilizó en pediatría y en los últimos años su uso se ha generalizado en adultos.

Definición:

Es un dispositivo que cuenta con un mezclador de oxígeno (O_2) y aire que permite regular la FiO_2 entre el 21%

y el 100%, generando velocidades de flujo de hasta 60 L/min.

El gas pasa por un humidificador donde alcanza condiciones óptimas de temperatura y humedad que pueden graduarse consiguiendo que se asemejen a las condiciones fisiológicas (100 % de humedad relativa, 44 mg H₂O/L de humedad absoluta y temperatura de 37°C). Finalmente, el gas es conducido a través de una tubuladura no condensante llegando al paciente, a través de las cánulas nasales preparadas para proporcionar el alto flujo.

Figura 1 : Sistema de alto flujo AIRVO™ .

Fuente F&P).



Ventajas

- Mejoran el confort y son muy bien toleradas.
- Mantiene el aclaramiento mucociliar.
- Permite administrar flujos por encima del flujo inspiratorio máximo, asegurando una FiO_2 constante en la vía aérea.
- Provoca un “efecto lavado” en nasofaringe, reduciendo el espacio muerto y aportando aire rico en O_2 y pobre en CO_2 .
- Produce un efecto PEEP, mejorando el reclutamiento alveolar, evitando el colapso alveolar y permitiendo una mejor oxigenación
- Es sencilla y fácil de manejar

El uso de esta técnica de oxigenación se ajusta a unas indicaciones y contraindicaciones específicas, tal y como se recoge en la siguiente tabla.

Tabla 1 :Indicaciones y contraindicaciones TAFCN.

Fuente: Comisión de Ventilación del SUMMA 112

Indicaciones de uso	Contraindicaciones de uso
Insuficiencia respiratoria hipoxémica Insuficiencia respiratoria hipercápnica Insuficiencia respiratoria en inmunodeprimidos Insuficiencia cardíaca aguda Preoxigenación y oxigenación pasiva en la intubación oro-traqueal Pacientes en situación paliativa Forma parte de la llamada “estrategia para el éxito” de la ventilación mecánica no invasiva	Paciente no colaborador Paciente agitado Cirugía o traumatismo nasal reciente Necesidad de preservar vía aérea

Figura 2 : Sistema de alto flujo AIRVO™

Fuente: Imagen AIRVO™ procedente de F&P



En nuestro servicio no contamos con este tipo de ventilador

CPAP de Boussignac®

Definición

Dispositivo de Soporte Respiratorio No Invasivo (SRNI) que genera Presión positiva continua en la vía aérea (CPAP). Consiste en un sistema abierto y no mecánico (válvula virtual) que, al conectar a una fuente oxígeno con un flujo a partir de 15 litros/minuto, generará una turbulencia en su interior que se transformará en presión positiva continua al final de la expiración (PEEP) a partir de 5 cm de H₂O (figura 3). Como resultado final obtendremos un mayor reclutamiento alveolar que se traducirá en una mejora de la oxigenación del paciente hipóxico. Es apto para uso en adultos, pediátrico y neonatal.

Figura 3. Esquema de la válvula de Boussignac®.

Fuente: VYGON S.A.U. Paterna (Valencia).

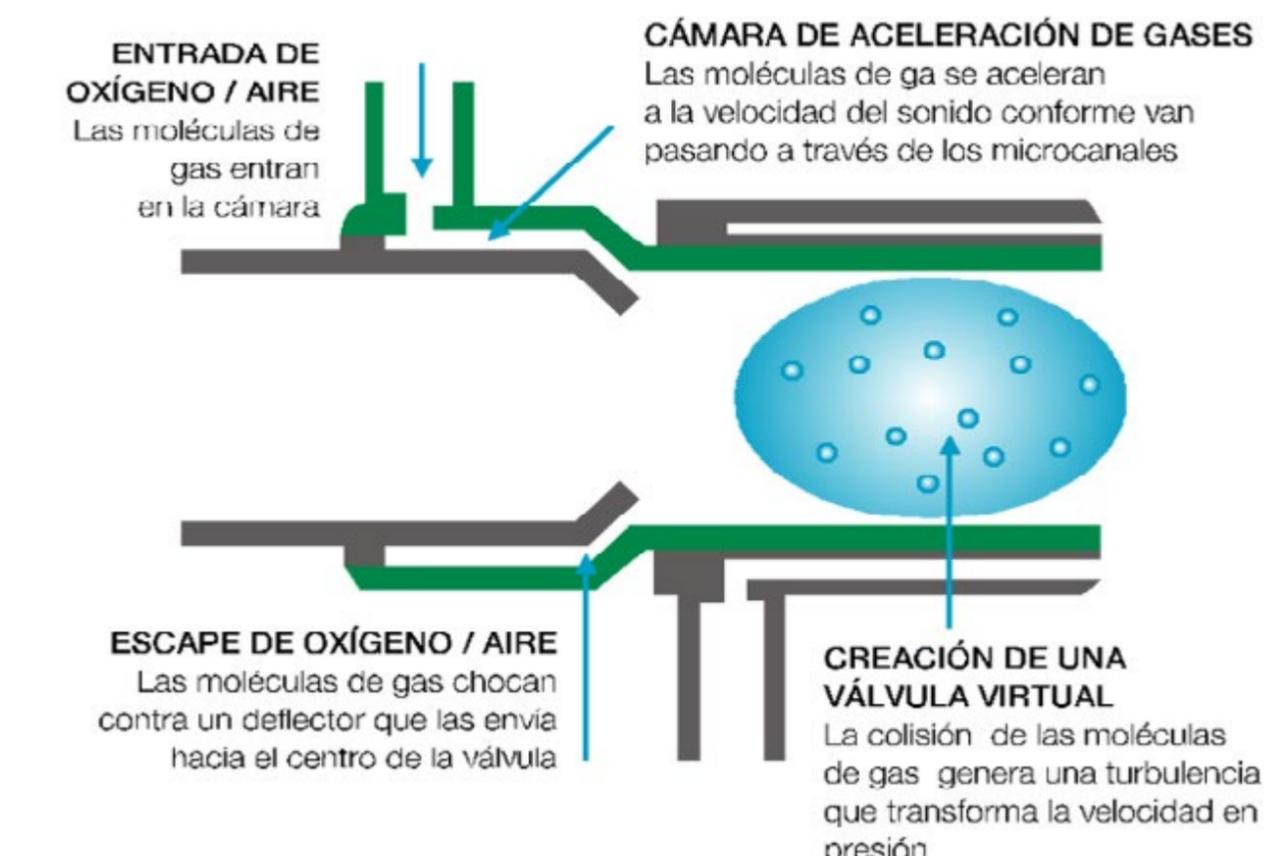


Tabla 2. Ventajas e inconvenientes de la válvula de Boussignac®

Fuente: Comisión de ventilación SUMMA 112

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Pequeño volumen	Presión positiva continua. Su uso queda limitado a hipoxemia sin hipercapnia
Desechable. Un solo uso	
No depende de fuente de energía eléctrica	Necesidad de caudalímetro de 30 L/min para PEEP > 5 cm H ₂ O (mayor dificultad de conseguir para botellas de oxígeno portátil)
Es de fácil manejo	
Permite la conexión para aerosolterapia	
Válvula virtual que permite la introducción de una sonda aspiración o fibrobroncoscopio	Alto consumo de oxígeno
Permite al paciente toser y hablar	
Compatible con sonda de traqueotomía	

Este sistema es muy utilizado a nivel hospitalario y tuvo un papel relevante durante los momentos más críticos de la pandemia por SARS-CoV-2, en los que no se pudo cubrir la demanda masiva de ventiladores mecánicos.

Indicaciones/Contraindicaciones

Al igual que la CPAP con ventilador mecánico, la válvula de Boussignac® está indicada en pacientes con patología respiratoria hipóxica que cumplan los siguientes criterios:

- Respiración espontánea y colaborador.
- Disnea moderada-intensa sin hipercapnia.
- Frecuencia respiratoria mayor a 30 rpm.

Saturación de oxígeno por debajo de 90 a pesar de administrar oxígeno al 50% o relación SaO_2/FiO_2 por debajo de 320 y por encima de 115.

Las indicaciones y contraindicaciones de uso de la válvula de Boussignac se encuentran recogidas en la tabla 3.

Tabla 3. Indicaciones y contraindicaciones de la válvula de Boussignac®

Fuente: Comisión de ventilación SUMMA 112

INDICACIONES	CONTRAINDICACIONES
Pacientes en Edema Agudo de Pulmón (EAP)	Indicación directa de intubación orotraqueal ($SaO_2/FiO_2 < 150$)
EAP no cardiogénico (diálisis)	Paciente en hipercapnia
Pacientes con techo terapéutico	Inestabilidad hemodinámica (TAS < 90 mmHg + signos hipoperfusión)
Víctimas de ahogamiento	Infarto agudo de miocardio inestable
	Escala de Coma de Glasgow < 8

Otras terapias ventilatorias

Neumonía	Obstrucción de vía aérea
Asma bronquial agudo	Traumatismo torácico severo
	Neumotórax a tensión no resuelto
Intoxicación por monóxido de carbono	Imposibilidad de uso mascarilla
	Negativa del paciente

Colocación/cuidados del paciente

Debemos explicar al paciente la técnica para conseguir su colaboración

- Colocar al paciente en posición de Fowler.
- Si se precisa, proteger las zonas de la cara de mayor presión por la interfase.
- Administrar oxígeno usando mascarilla con reservorio y canalizar, al menos, un acceso venoso periférico mientras preparamos todo el material.

Monitorizar:

- Nivel de consciencia.
- Frecuencia respiratoria.
- Capnometría.
- Trabajo respiratorio.
- Pulsioximetría.
- Frecuencia cardíaca.
- Tensión arterial.

Parámetros de inicio

Partimos con una PEEP de 4-5 cm H₂O.

Una vez adaptado, si es necesario, aumentamos la PEEP de 2 en 2 cm H₂O (máximo 12 cm H₂O) hasta conseguir:

- Mejoría de SapO₂ y ETCO₂.

Otras terapias ventilatorias

- Disminución FR, FC y TA.
- Menor uso de la musculatura accesoria.
- Disminución de la disnea.
- Confort.

Manejo de la técnica

1. Preparar todo el material. Puede ser utilizado con interfaces facial, nasal y helmet (figura 4).

Figura 4. Material necesario



Arriba interfaces

Abajo de izquierda a derecha: Válvula de Boussignac, Nebulizador, Conexión en T para nebulizador (opcional), Reductor de ruido (opcional), Regulador de FiO_2 (opcional), Manómetro de Presión, Caudalímetro 30 L/min

2. Ensamblar todas las piezas, colocando un filtro HEPA directamente a la interfase en caso de riesgo de contagio.

Se puede realizar un montaje básico (figura 5) y un montaje con nebulizador (figura 6).

Figura 5. Montaje básico.

Fuente: VYGON S.A.U. Paterna (Valencia).



Figura 6. Montaje con nebulizador

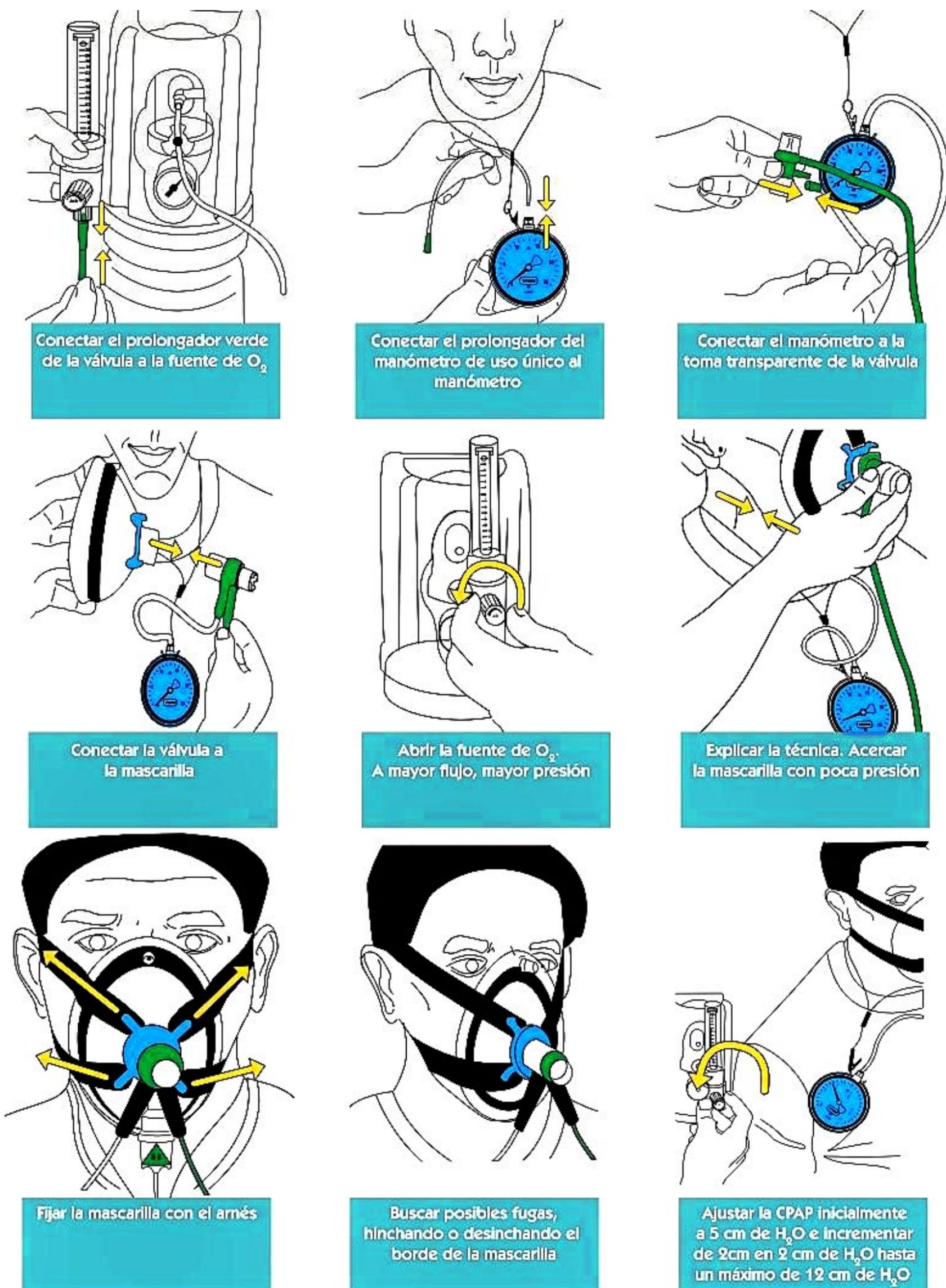
Fuente: VYGON S.A.U. Paterna (Valencia).



3. Montados todos sus elementos y ya funcionando el paso de oxígeno, acercar la interfase a la cara del paciente, sellando de forma manual, con la presión más leve que evite fugas y esperar a que el paciente se adapte.
4. Una vez adaptado el paciente, ajustar el arnés evitando fugas.
5. Regular la PEEP deseada con ayuda del manómetro de presión.
6. Reevaluar continuamente al paciente, ajustando la PEEP y FiO_2 según sea necesario (figura 7).

Figura 7. Manejo de la CPAP de Boussignac®.

Fuente: VYGON S.A.U. Paterna (Valencia).



Se puede acceder al vídeo explicativo a través del siguiente enlace:

Otros dispositivos no mecánicos de Soporte Respiratorio No Invasivo (SRNI)

Definición

En los hospitales del territorio nacional podemos encontrar otros dispositivos no mecánicos de SRNI. Estos se basan en la administración de una CPAP a través de un suministro de oxígeno, una interfase y una salida espiratoria limitada por una válvula de PEEP. Estas válvulas de PEEP suelen tener varias selecciones de presión. Pueden disponer también de un regulador de FiO_2 . Otra pieza fundamental es una válvula o circuito anti-asfixia de seguridad y algunas cuentan también con un nebulizador. Suelen ser desechables y de precio reducido. Dos ejemplos son el O_2 -MAX[®] o Go-PAP[®] de Pulmodyne (figura 8) y el Flow-Safe II EZ[®] de Mercury Medical, aunque existen más en el mercado.

Figura 8. O_2 -MAX[®] y GO-PAP[®] de Pulmodyne, Inc. Indianapolis, IN 46241



Una de las ventajas de este sistema es la posibilidad de mantener ese mismo dispositivo para los traslados interhospitalarios sin tener que realizar cambios que alteren el confort del paciente.

Indicaciones/Contraindicaciones

Al tratarse de un sistema de CPAP, las indicaciones y contraindicaciones son las mismas que para la CPAP de Boussignac[®] y la modalidad de CPAP de los ventiladores mecánicos. [Ver tabla 3](#)

Colocación/cuidados del paciente

Los mismos cuidados que para la CPAP de Boussignac[®]. [Ver texto](#)

Parámetros de inicio

Manejar de la misma manera que la CPAP de Boussignac[®]. [Ver texto](#)

Manejo de la técnica

- Preparar todo el material.
- Ensamblar todas las piezas. El Filtro HEPA suele colocarse en la rama espiratoria para no interferir con el nebulizador.
- Montados todos sus elementos y ya funcionando el paso de oxígeno, acercar la interfase a la cara del paciente, sellando de forma manual, con la presión más leve que evite fugas y esperar a que el paciente se adapte.
- Una vez adaptado el paciente, ajustar el arnés evitando fugas.
- Regular la PEEP deseada con ayuda del manómetro de presión.
- Reevaluar continuamente al paciente, ajustando la PEEP y FiO₂ según sea necesario.

Enlace al video de uso de O₂-Max[®]:

y

video de uso Go-PAP[®]:

B-Card®

Definición

Dispositivo más básico que la CPAP de Boussignac®. Basado, también, en el sistema de válvula virtual que al ser conectada a una fuente de oxígeno a 15 L/min., proporciona una CPAP de 5-6 cm H₂O. Sus principales aplicaciones son:

- preoxigenación para secuencia rápida de intubación (SRI).
- la oxigenación en el seno de la reanimación cardiopulmonar (RCP).

Puede ser utilizado tanto para adultos como a nivel pediátrico.

Figura 9. B-Card® conectada a filtro y mascarilla naso-bucal.

Fuente; VYGON S.A.U. Paterna (Valencia)



- a) Sistema de preoxigenación para la SRI:
Con un flujo de O₂ de 15 L/min, el dispositivo aplica una CPAP de 5-6 cm H₂O y una FiO₂ de 0,8.
Con este dispositivo se logra un mayor reclutamiento alveolar que utilizando exclusivamente una mascarilla con reservorio y, por tanto, se obtiene una mayor

oxigenación del paciente, lo que retrasará la desaturación de O_2 durante la apnea en la técnica de intubación.

- b) Sistema de oxigenación durante la RCP (figura 10): La B-Card[®] puede ser utilizada durante la RCP, tanto básica (RCP-B) como avanzada (RCP-A), en los momentos iniciales desde que se inicia la reanimación. La presión de 5-6 cm H_2O mantiene la capacidad residual funcional (CRF), evita el colapso alveolar y favorece una pequeña ventilación alveolar al estar asociado a las compresiones torácicas. A falta de estudios concluyentes, B-Card[®] podría ser más beneficioso que el balón resucitador (sin dispositivo PEEP) durante los 10-15 minutos iniciales desde el inicio de la PCR.

Tabla 4. Ventajas e inconvenientes de B-Card[®].

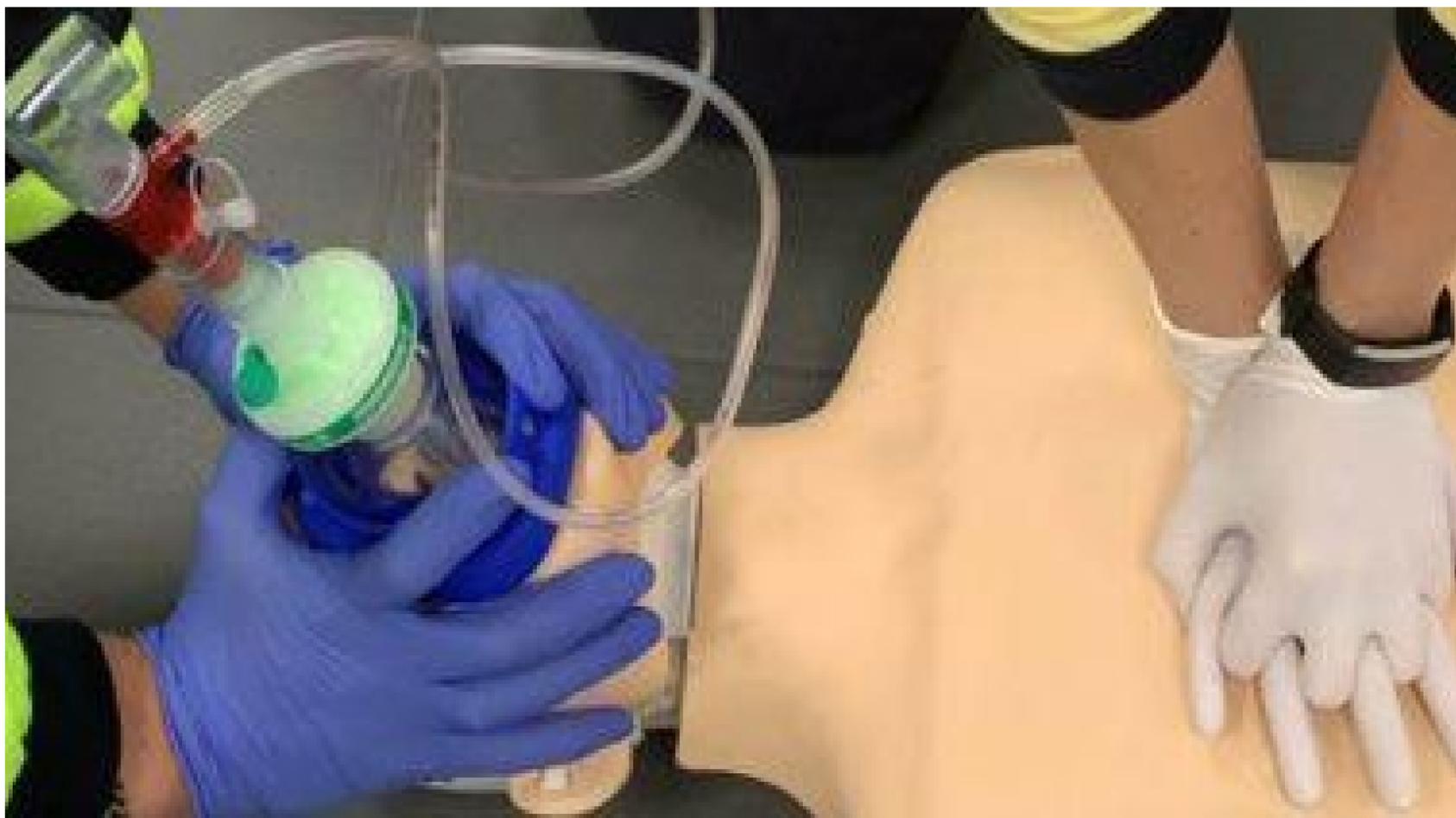
Fuente: Comisión de Ventilación SUMMA 112

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Favorece el reclutamiento alveolar	No ventila al paciente, por lo que, transcurridos de 10 a 15 minutos de reanimación, la víctima necesitará lavar CO_2 y se aconseja cambiarlo por un sistema de ventilación
Uso fácil	
Proporciona efecto “colchón torácico” protector de la caja torácica durante las compresiones	
Compatible con el ritmo continuo del cardio compresor	

<p>Evita la insuflación gástrica ya que la asociación presión de gas+compresiones, no excede en ningún momento la presión de apertura del cardias</p>	<p>En la reanimación pediátrica y ahogamiento en adulto se debe realizar 5 ventilaciones de rescate y para ello se precisa de un balón resucitador</p>
<p>No se interrumpen las compresiones con lo que se evitan caídas bruscas del flujo sanguíneo que si suceden durante la ventilación con balón resucitador</p>	
<p>El reanimador dispone flujo de ambas manos para realizar el sellado de la mascarilla evitando fugas, aerosoles o la insuflación gástrica</p>	

Figura 10. RCP con dispositivo B-Card®.

Fuente: VYGON S.A.U. Paterna (Valencia)



Indicaciones/Contraindicaciones

La B-Card® está indicado en:

- La preoxigenación para la SRI.

- 10-15 primeros minutos de la RCP-Básica y/o RCP-Avanzada. Puede ser utilizado también con un tubo endotraqueal o con un dispositivo supraglótico (DSG).

La B-Card® está contraindicado en:

- Preoxigenación para la SRI cuando el paciente no es capaz de movilizar un volumen corriente suficiente.
- La PCR de más de 15 minutos de evolución.

Colocación/cuidados del paciente

- En la Preoxigenación para la SRI de pacientes obesos se recomienda colocar en posición anti-trendelemburg 30°. Esta técnica o la elevación del cabecero 20° también es recomendable para cualquier paciente y así favorecer una mejor ventilación, siempre que la patología del paciente lo permita.
- Vigilar el riesgo de vómitos.
- En la parada cardiorrespiratoria colocar en posición de RCP.

Parámetros de inicio

Tanto para la SRI como para la RCP, el único parámetro que debemos utilizar siempre es un flujo de oxígeno a 15 L/min.

Manejo de la técnica

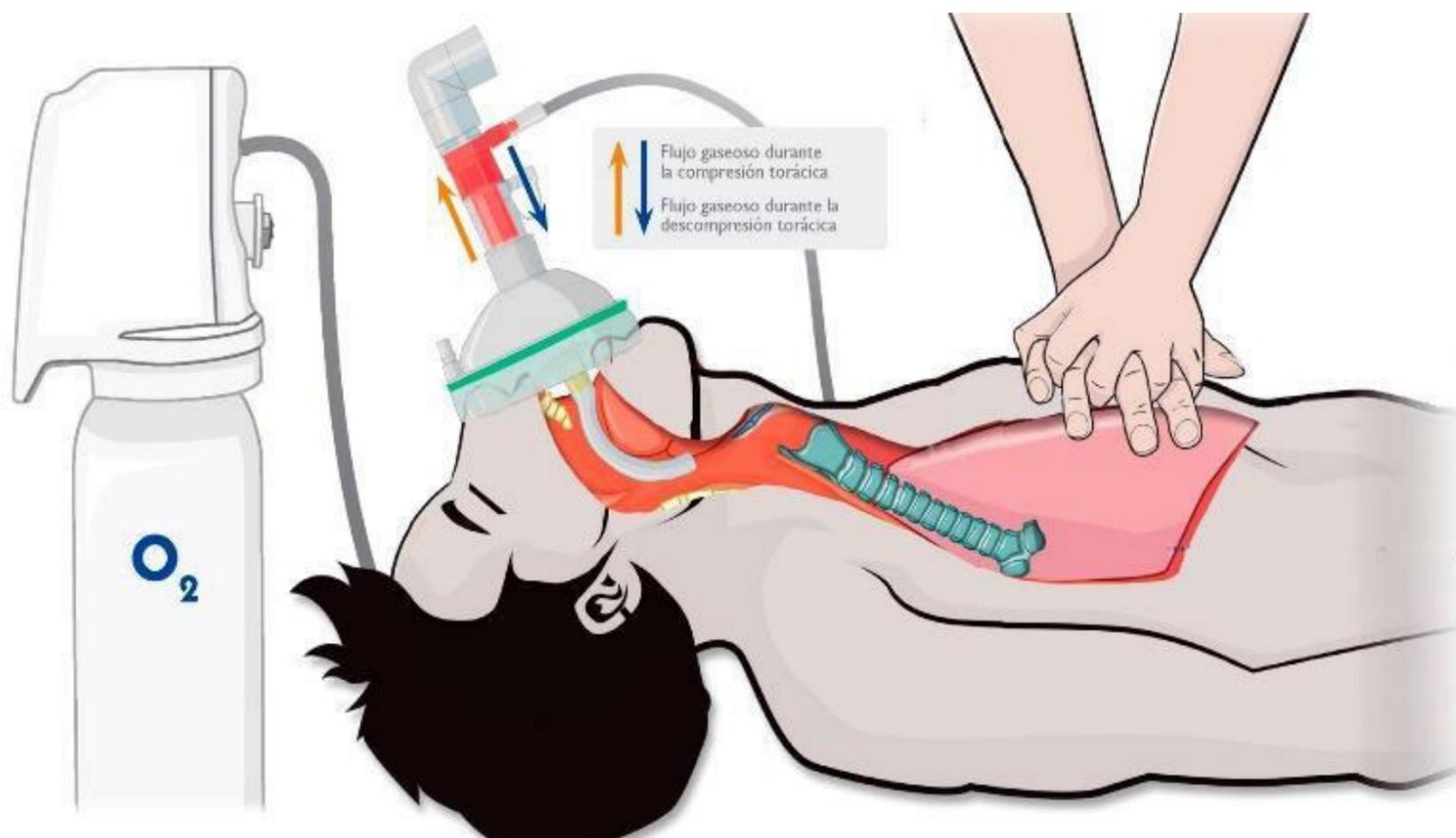
- Preoxigenación para la SRI:
 - ▶ Colocar al paciente en la posición más idónea (semi-Fowler a 20°, antitrendelemburg 30° o decúbito supino).
 - ▶ Montar la B-Card® con el filtro y mascarilla nasobucal, conectar la línea de oxígeno y abrir el caudalímetro a 15 L/min.

Otras terapias ventilatorias

- ▶ Acoplar la mascarilla a la cara del paciente sellando con 2 manos y oxigenar.
 - ▶ Monitorizar FC, FR, T.A., SaO₂ y EtCO₂.
 - ▶ Preparar, mientras tanto, los fármacos y material para la SRI.
 - ▶ Transcurridos 3 min. o una vez alcanzada una SapO₂ de 100%, administrar los fármacos de SRI.
 - ▶ Una vez que detectamos que el paciente ha entrado en apnea, retirar la B-Card[®] y proceder a la intubación IOT.
 - ▶ En caso de intento fallido de intubación, no se puede volver a recurrir a la B-Card[®] para remontar SapO₂, debido a que el paciente está en apnea.
- RCP con B-Card[®]
 - ▶ Colocar al paciente en posición de RCP, colocar cánula orofaríngea, iniciar compresiones torácicas y monitorizar.
 - ▶ Montar la B-Card[®] con el filtro, mascarilla nasobucal, conectar la línea de oxígeno y abrir caudalímetro a 15 L/min.
 - ▶ Acoplar la mascarilla a la cara del paciente sellando con 2 manos y oxigenar mientras continúan las compresiones (figura 11). Valorar el uso de cardiocompresor.
 - ▶ En caso de IOT o DSG, se puede continuar acoplando la B-Card[®], dentro de los 10-15 min desde que se iniciaron las compresiones. Pasado este tiempo valorar el recurrir a un ventilador mecánico o balón resucitador.

Figura 11. Uso de la B-Card® con cánula orofaríngea y mascarilla.

(https://campusvygon.com/wp-content/uploads/2020/07/2020-brochure_b_card_2020.pdf)



Se puede acceder al vídeo explicativo en el siguiente enlace:



A recordar | Puntos clave

- Existen otras terapias ventilatorias, además de las usadas en el SUMMA112, que son de interés comentar:
 - ▶ Terapia de alto flujo con cánulas nasales y humidificación activa (**TAFCN**).
 - ▶ Dispositivos no mecánicos de Soporte Respiratorio No Invasivo (**SRNI**): **CPAP de Boussignac®**, **B-Card®**, **O2-MAX® /Go-PAP®** o el **Flow-Safe II EZ®**.
- **La TAFCN** es un escalón intermedio entre la oxigenoterapia convencional y la ventilación mecánica no invasiva. Se usa en pediatría y adultos.
- **La TAFCN** es un dispositivo que cuenta con un mezclador de O₂ y aire que permite regular la FiO₂ entre (21% - 100%), generando velocidades de flujo de hasta 60 L/min.
- **La CPAP de Boussignac®** es un sistema abierto y no mecánico (válvula virtual) que, al conectar a una fuente O₂ con un flujo a partir de 15 L/min, generará una PEEP mínima de 5 cm de H₂O.
- **B-Card®** es un dispositivo más básico que la CPAP de Boussignac®. Consiste en un sistema de válvula virtual que, al ser conectada a una fuente de oxígeno a 15 L/min, proporciona una CPAP de 5-6 cm H₂O.

Bibliografía

1. Gutiérrez González N et Al . Actualización en oxigenoterapia de alto flujo con cánula nasal. Rev SOCAMPAR.2019;4(3):71-75
2. J. M. Carratalá, A. García Castro, J. M. Alonso Íñigo y S. Diaz Lobat. Terapia de alto flujo con cánulas nasales. A Experto Universitario en Patologías Respiratorias y Ventilación Mecánica No Invasiva en Medicina de Urgencias y Emergencia, Editorial médica panamericana, Madrid 2018
3. Onodera Y, Akimoto R, Suzuki H, Masaki N, Kawamae K. A high-flow nasal cannula system set at relatively low flow effectively washes out CO₂ from the anatomical dead space of a respiratory-system model. Korean J Anesthesiol. 2017;70:105-106.
4. Carratalá Perales JM, Díaz Lobato S, Brouzet B, Más-Serrano P, Espinosa B, Llorens P. Efectividad y seguridad de la terapia de alto flujo con cánulas nasales en pacientes con insuficiencia cardíaca aguda. Emergencias. 2018;30:395-399.



Cuidados de la vía aérea

Índice de capítulo

Introducción	266
Cuidados en pacientes con ventilación mecánica no invasiva (VMNI)	267
Cuidados en pacientes con ventilación mecánica invasiva (VMI)	269
Cuidados de enfermería en el paciente con traqueostomía	272
Definiciones	272
Indicaciones	273
Contraindicaciones	274
Complicaciones	274
Cánulas de traqueostomía	275
Limpieza de traqueostomía	275
Aspiración secreciones a través de la cánula	276
Aplicación inhalatoria de fármacos a través de la traqueostomía	277
A recordar Puntos clave	279

Cuidados de la vía aérea

Miguel Ángel Pereda Ruiz

Ana Torres Poza

Óscar Carrillo Fernández

Introducción

La ventilación mecánica (VM) es un procedimiento mediante el cual se sustituye, con aparatos mecánicos, la función respiratoria del paciente que padece complicaciones respiratorias severas en el intercambio gaseoso. El uso de esta técnica permitirá :

- Corregir la hipoventilación.
- Mejorar la oxigenación y/o la mecánica pulmonar del paciente.

Cuidados de enfermería en pacientes con ventilación mecánica no invasiva (VMNI)

La duración de la terapia con VMNI en Urgencias Extrahospitalarias suele ser breve, si bien, es sumamente importante controlar ciertos aspectos que van a condicionar el éxito o fracaso de ésta. Nos centraremos en los cuidados inmediatos que podemos aplicar en Urgencias Extrahospitalarias y que tendrán como finalidad prevenir, disminuir, o resolver, en la medida de lo posible, las complicaciones e incidencias durante el traslado con VMNI del paciente.

Al inicio del turno de trabajo se debe comprobar el buen funcionamiento del ventilador, así como la existencia de interfaces para VMNI del paciente adulto y pediátrico, así como de tubuladuras suficientes para ambos tipos de paciente.

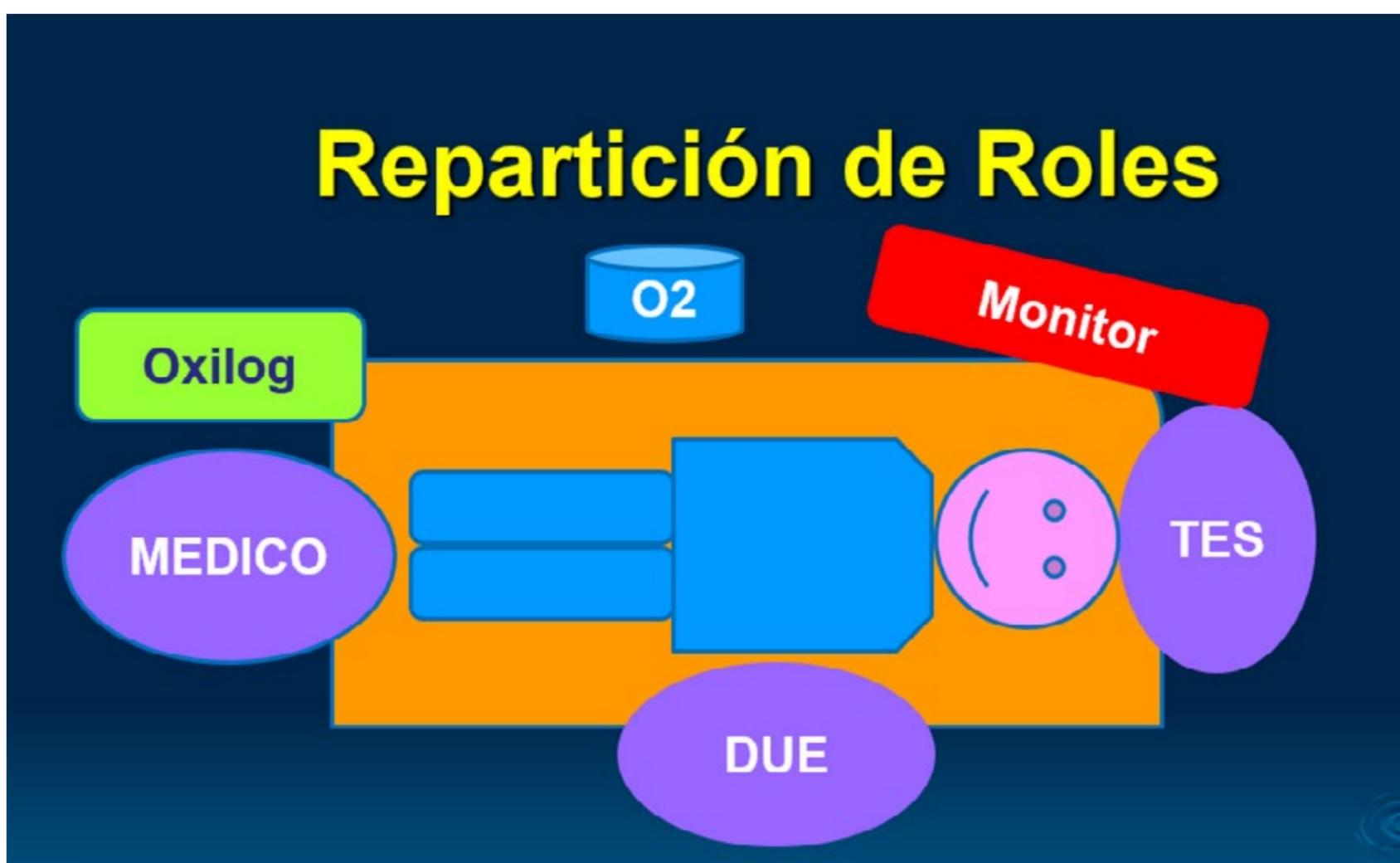
Ante un caso subsidiario de VMNI, lo primero que tenemos que hacer es actuar con tranquilidad informando al paciente al respecto de la terapia que vamos a implementar, su duración aproximada así como de las posibles molestias que esta técnica puede ocasionar y las sensaciones que va a experimentar. Tras esta primera aproximación a la terapia ventilatoria procederemos a :

- Elegir el tipo de interfaz más adecuado para el enfermo y la situación clínica que presenta.
- Colocar al paciente semisentado, para facilitarle el trabajo respiratorio, disminuir el riesgo de aspiración y conseguir mayor volumen corriente.
- Seleccionar los parámetros iniciales de VMNI, que se irán modificando en función de la evolución clínica del paciente. Es fundamental que al colocar la mascarilla al paciente, esta esté ya conectada al ventilador.
- Colocar la mascarilla *sin cinchas* sobre la cara del paciente. Proceder al inflado del sello con aire sin realizar una presión excesiva (se debería poder introducir

un dedo entre la mascarilla y la cara del paciente), evitando colocar la interfaz sobre el puente de la nariz.

- Una vez que se haya logrado la mejor adaptación entre el paciente y la mascarilla, se colocan y ajustan las cinchas del sistema de sujeción de la mascarilla. Se comenzará colocando el arnés por la parte posterior, y se irá ajustando hasta que quede perfectamente acoplada al paciente. (recomendable dos personas ver gráfico)

Figura 1. Propuesta de colocación para VNI



- En el paciente lactante, con uso de mascarilla nasal, colocar el chupete para evitar fugas y aumentar la PEEP del paciente.
- Durante el transporte, **monitorizar permanentemente las constantes vitales** :
 - ▶ tensión arterial
 - ▶ frecuencia cardiaca
 - ▶ Saturación de oxígeno.
- **Vigilar la aparición de signos y síntomas** de dificultad respiratoria, sensación de ahogo, cianosis, distensión abdominal o cambios en el nivel de consciencia. Estaremos muy pendientes, por el alto riesgo de vómito.

- **Monitorizar las alarmas** del ventilador, tanto por exceso (acodamiento de tubuladuras, asincronías), como por defecto (fugas, desconexiones...).
- Vigilar la aparición de asincronías.
- Evitar torsiones de las cinchas y los puntos de presión excesiva.
- Ayudar a eliminar las secreciones minimizando las desconexiones del ventilador.

En la transferencia del paciente:

- No desconectar al paciente del ventilador hasta no tener preparado el sistema de VMNI hospitalario.
- La interfaz de adulto puede desajustarse en el velcro colocado en la zona occipital del paciente sin necesidad de desajustar todas las cinchas.

Cuidados de enfermería en pacientes con ventilación mecánica invasiva (VMI)

Al inicio del turno de trabajo se debe comprobar que el ventilador funciona correctamente confirmando que ha pasado la prueba de funcionamiento y chequeo del equipo. Además, se debe confirmar la existencia de tubuladuras de conexión suficientes, tanto para el paciente adulto como para el pediátrico.

Los cuidados de enfermería que debemos tener en cuenta durante la atención y traslado de un paciente con VMI son los siguientes:

- **Antes de conectar el paciente al ventilador.:** Asegurarse de tener cerca el balón resucitador tipo Ambú[®], con alargadera para conectarlo a la fuente de O₂, sonda de aspiración, sistema de vacío y cánula de Guedel.
- **El paciente con VMI debe ser estrechamente monitorizado durante el traslado:**
 - ▶ Frecuencia cardíaca.

- ▶ Temperatura.
- ▶ Tensión arterial.
- ▶ Saturación de oxígeno.
- ▶ EtCO₂.
- **Vigilar al paciente:**
 - ▶ Comprobar que el nivel de conciencia y/o sedación sean adecuados.
 - ▶ Vigilar la coloración de la piel y mucosas.
 - ▶ Mantener, en la medida de lo posible, el cabecero de la cama incorporado 30-45°, evitando así el reflujo gastroesofágico y facilitando la inspiración.
 - ▶ Vigilar el estado hemodinámico.
 - ▶ Vigilar la integridad cutánea y evitar posibles complicaciones como las úlceras por presión.
 - ▶ Valorar y tratar el dolor y la ansiedad.
- **Tubo endotraqueal:**
 - ▶ Comprobar que el tubo endotraqueal (TET) esté colocado correctamente.
 - ▶ Comprobar inicialmente y cada vez que se vaya a aspirar, que el neumotaponamiento tenga la presión adecuada (entre 25 – 30 cm H₂O).
 - ▶ Fijación externa del TET: Se puede realizar mediante una venda de gasa doble o fijador comercial. Almohadillar la zona entre el tubo y la comisura labial, para prevenir posibles lesiones en la piel. Mantener bien sujeto el TET en la movilización del paciente.
 - ▶ Fijar tubuladuras con un sistema articulado.
- **Sonda nasogástrica (SNG):** Todo paciente intubado precisa de una SNG por riesgo de vómitos. Vigilar la posición en la que se encuentra la SNG y mantenerla conectada a bolsa colectora.
- **Eliminación de secreciones bronquiales**
 - ▶ Realizar un correcto lavado de manos.
 - ▶ Comprobar que el sistema de aspiración aspire correctamente, con la presión negativa adecuada

- (120-150mm de Hg) y conectar la sonda de aspiración.
- ▶ Hiperoxigenar previamente al paciente si es necesario.
 - ▶ Protección con guantes estériles, gafas de protección y mascarilla antes de proceder al aspirado de secreciones bronquiales.
 - ▶ Insertar la sonda suavemente por el TET sin aspirar.
 - ▶ Realizar la aspiración al mismo tiempo que se extrae la sonda. La aspiración no debe durar más de 15 segundos.
 - ▶ En el caso de precisar una nueva aspiración, dejar descansar al paciente 20-30 segundos y cambiar la sonda.
 - ▶ La aspiración subglótica, (en caso de TET con luz de aspiración subglótica) se realizará mediante un sistema de aspiración continua.
- **Adecuada humidificación e hidratación de la vía aérea:** La VMI produce sequedad en la vía respiratoria. Este hecho puede dar lugar a la acumulación de secreciones muy secas que pueden ocasionar taponamientos. Debemos asegurarnos que se usa filtro y humidificador siempre que sea posible. Además de hidratar los labios con vaselina.
 - **Cambio de tubuladuras del ventilador:** cambiar la tubuladura siempre que contenga restos de secreciones. Cambiar el filtro cada vez que sea necesario, por ejemplo, por acumulo de secreciones.
 - **Control de infecciones:**
 - ▶ Limpieza, desinfección y esterilización del material.
 - ▶ Estricto lavado de manos y cambio de guantes antes y después de cualquier manipulación.
 - ▶ Evitar, en la medida de lo posible, la posición del paciente en decúbito supino.

- ▶ Prevenir la neumonía por broncoaspiración.
- ▶ Realizar correctamente todas las técnicas nombradas en los puntos anteriores.
- **Control de ansiedad y el estrés:** Si el paciente no se encuentra sedado, (realidad excepcional en extrahospitalaria) hay que informarle de su nueva situación de una forma sencilla.

Facilitar la comunicación del paciente usando elementos de escritura y visuales ya que, al encontrarse intubado, la comunicación oral se ve imposibilitada.

El paciente debe sentirse apoyado y seguro, así se reducirá, el nivel de estrés y la ansiedad del mismo.

Se debe tener especial cuidado en el manejo de estos pacientes para evitar :

- **Complicaciones del aspirado de secreciones:** hipoxia, hipertensión arterial, incremento de la ansiedad, arritmias, taquicardias y atelectasia.
- **Otras complicaciones asociadas:** [Ver capítulo 1](#)

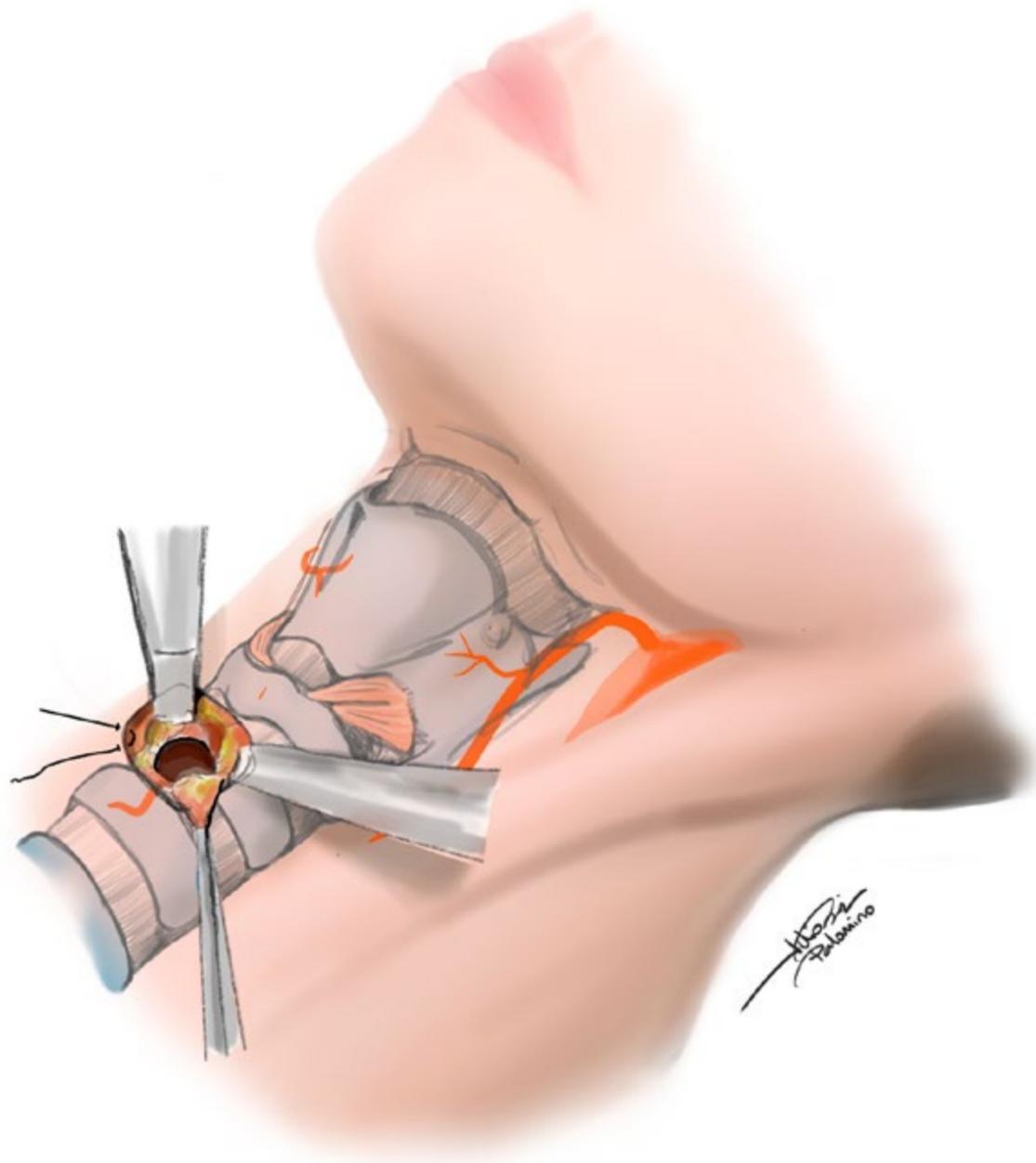
Cuidados de enfermería en el paciente con traqueostomía

Definiciones:

- **Traqueotomía:** incisión en la tráquea del paciente con el fin de crear en el cuello una vía alternativa ventilatoria, a la boca o a la nariz. Suele realizarse con carácter urgente (medio extrahospitalario).
- **Traqueostomía:** procedimiento quirúrgico donde se crea un estoma en el cuello, a nivel de la tráquea. Se realiza una incisión en la piel uniendo los bordes al tubo traqueal. Cuando se conectan estas dos aberturas, se introduce un tubo de traqueostomía, que sirve

para que el aire fluya hasta los pulmones y el paciente vuelva a respirar con cierta normalidad.

Figura 2. Punto anatómico de Traqueotomía/Traqueostomía



De esta forma, la traqueotomía suele ser una solución temporal, mientras que la traqueostomía suele ser una solución permanente para el paciente.

Técnica: incisión percutánea entre el 1^{er} y 2^o cartílago traqueal.

Indicaciones:

- Obstrucción de la vía aérea superior.
- Necesidad de ventilar un paciente con vía aérea difícil.
- Facilitar la respiración y la retirada de la ventilación mecánica.

Cuidados de la vía aérea

- Ventilación mecánica prologada.
- Facilitar la eliminación de secreciones bronquiales.

Contraindicaciones:

- Cuando se pueden utilizar otros métodos para aislar la vía aérea (intubación oro-traqueal, mascarilla laríngea...).
- Cuando NO se puede aislar vía aérea mediante intubación oro-traqueal anteponer la cricotiroidotomía como primera opción antes que la traqueotomía.
- Imposibilidad de identificar estructuras anatómicas.
- Edad inferior a 15 años.

Complicaciones

- Durante la técnica:
 - ▶ Hemorragia
 - ▶ Lesión laríngea, traqueal y paratraqueal.
 - ▶ Neumotórax o neumomediastino.
 - ▶ Enfisema subcutáneo.
 - ▶ Obstrucción de la cánula por secreciones.
 - ▶ Desplazamiento de la cánula hacia tejidos blandos.
- En el portador de traqueostomía:
 - ▶ Desaparición de la capacidad de calentar y humidificar el aire inspirado.
 - ▶ Alteraciones en la deglución y reflejo tusígeno.
 - ▶ Aumenta el riesgo de infecciones respiratorias inferiores.
 - ▶ Disminución del espacio muerto (entre 60 – 70 ml).
 - ▶ Pérdida de presión positiva al final de la espiración.
 - ▶ Menor capacidad funcional residual.
 - ▶ Mayor riesgo de atelectasias.

Cánulas de traqueostomía

Son dispositivos huecos y curvos que, al introducirse en el estoma impiden su cierre.

Imagen 1. Partes de la Cánula de traqueostomía

Fuente: Canulas de traqueostomia – Bing images.



Cánula externa o cánula madre.
Cánula interna o camisa interna.
Balón.
Fiador o guía.

Limpieza de traqueostomía:

En la sistemática de limpieza de la traqueostomía se debe ser meticuloso con la correcta higiene del estoma y de la cánula:

Estoma:

- Lavado de manos antes y después de manipular el estoma.
- Mantener limpia y seca la piel circundante.
- Vigilar signos de infección.
- Cubrir con apósito la piel que rodea al orificio.
- Asegurar la cánula al cuello con la cinta.

Cánula:

- Lavado de manos antes y después de manipular la cánula.
- Sacar la parte interna (macho) de la externa (hembra).
- Limpiar la cánula con agua y jabón neutro (nos podre-

- mos ayudar de cepillo y/o gasas).
- Sumergirla en agua oxigenada templada durante 10 – 20 min.
- Dejarla que se seque al aire.
- Se recomienda su cambio cada 30 – 90 días.

Aspiración secreciones a través de la cánula

Indicaciones:

- Abundantes secreciones.
- Disminución de la saturación de oxígeno.
- Taquipnea.
- Aumento del trabajo respiratorio
- Discomfort.

Material:

- Aspirador de secreciones.
- Sondas de aspiración.
- Guantes estériles.
- Recipiente con solución antiséptica.
- Balón resucitador conectado a fuente de O₂ a 15 l/min.
- Mascarilla y gafas,

Técnica:

- Explicar al paciente la técnica que vamos a realizar y su finalidad.
- Colocar al paciente en posición Semi-fowler.
- Preparación del personal y del material.
- Encender el aspirador de secreciones y fijar la presión negativa **entre 80 y 120 mm Hg**.
- En pacientes conscientes invitar a toser y hacer inspiraciones profundas antes de la aspiración.
- Pre-oxigenar: con balón resucitador conectado a fuente de O₂ a 15 l/min e hiperventilar al paciente (4 – 5 insuflaciones manuales).

- Introducir sonda sin realizar aspiración sujetando con la otra mano la cánula hasta que haga resistencia.
- Retirarla unos 2 -3 cm y aspirar secreciones retirándola con movimientos circulares hasta su completa extracción.
- Si se quiere aspirar el bronquio derecho, se girará la cabeza del enfermo hacia la izquierda y si se quiere aspirar el bronquio izquierdo, se hará girar la cabeza hacia la derecha.
- Una vez realizada la técnica, en el caso de ser necesario, volveríamos a realizar los pasos anteriores.
- Por último, aspirar la boca.
- La técnica no debe de durar más de 10-15 seg.

Aplicación inhalatoria de fármacos a través de la traqueostomía:

- **Características** de la vía inhalatoria en la administración de fármacos:
 - ▶ Acción directa sobre el órgano diana.
 - ▶ Rapidez de acción.
 - ▶ Dosis menores.
 - ▶ Menores efectos adversos.
- **Administración de aerosol pMDI (inhaladores de cartucho presurizado):**
 - ▶ Aspirar secreciones.
 - ▶ Colocar pMDI en la cámara espaciadora.
 - ▶ Conectar la cámara a la cánula o al estoma directamente.
 - ▶ Administrar el tratamiento esperando 30 seg entre cada dosis.
 - ▶ Respirar durante 5 a 6 ciclos con la cámara y aguantar la respiración de 6 -10 segundos.

- **Nebulizador:**
 - ▶ Aspirar secreciones.
 - ▶ Colocar la mascarilla ocluyendo lo máximo posible el estoma ayudándonos de la goma elástica adaptable.
 - ▶ Añadir el fármaco a la cazoleta.
 - ▶ Conectar a la toma de oxígeno o aire comprimido para su nebulización



A recordar | Puntos clave

- En la ventilación mecánica invasiva y no invasiva es importante una **sistemática de revisión** y cuidados antes, durante y después de su aplicación.
- La **traqueotomía** y **traqueostomía** consiste en una incisión percutánea entre el 1^{er} y 2^o cartílago traqueal.
- La **traqueotomía** suele ser una solución **temporal** (se realiza con carácter urgente), mientras que la **traqueostomía** suele ser una solución **permanente** para el paciente.
- A través de la traqueostomía se pueden aplicar **fármacos en aerosol** a través de pMDI o nebulización con cazoleta.
- Al realizar **aspiración de secreciones** de la cánula del paciente con traqueostomía fijar la **presión negativa** entre **80 y 120 mm Hg** con una duración **máxima de 10-15 seg.**

Bibliografía

1. Artacho R, García de la Cruz JL, Panadero JA, Jurado A, Degayón H, Guerrero A. Ventilación mecánica no invasiva. Utilidad clínica en Urgencias y Emergencias. *Rev. Emergencias*. 2000; 12: 328-36.
2. Ayuso Baptista F, Jiménez Moral G, Fonseca del Pozo FJ. Manejo de la insuficiencia respiratoria aguda con ventilación mecánica no invasiva en urgencias y emergencias. *Emergencias*. 2009; 21: 189- 202.
3. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. 2020. (Consultado 10-01-2021). Disponible en: www.goldcopd.org
4. Rochweg B et al. Official ERS/ATS clinical practice guidelines: Noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Eur Respir J*. 2017. <http://doi.org/10.1183/13993003.02426-2016>
5. Luján M et al. Sumario de recomendaciones y puntos clave del Consenso de las Sociedades Científicas Españolas (SEPAR, SEMICYUC, SEMES; SECIP, SENEo, SEDAR, SENP) para la utilización de la ventilación no invasiva y terapia de alto flujo con cánulas nasales en el paciente adulto, pediátrico y neonatal con insuficiencia respiratoria aguda grave. *Med intensiva*. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.medint.2020.08.016>
6. Berbenetz N et al. Non-invasive positive pressure ventilation (CPAP or bilevel NPPV) for cardiogenic pulmonary oedema. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2019. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005351.pub4>
7. Bakke SA et al. Continuous positive airway pressure and noninvasive ventilation in prehospital treatment of patients with acute respiratory failure: A systematic review of controlled studies. *Scand. J Trauma Res Emerg Med*. 2014. <https://doi.org/10.1186/S13049-014-0069-8>.
8. Reichman S. Traqueostomía y Cuidados de la traqueostomía en Procedimientos de Urgencias y Emergencias. 2005. Editorial Marban. Cap 12. P104-126.
9. García-Casillas Sánchez MA. Protocolo de Cuidados de Traqueotomía. Internet (Consulta 28/11/2021). Disponible en: https://mcmpe-diatría.org/sites/default/files/sitefiles/archivos_articulo_cirugia_pediátrica/protocolo_traqueostomia.pdf



Parámetros básicos de la ventilación

Índice de capítulo

Parámetros programables	282
Parámetros NO programables	289

Parámetros básicos de la ventilación

Isabel Canales Corcho

Parámetros programables

- **Volumen corriente o tidal (VT):** Volumen de aire que introduce el ventilador en cada ciclo respiratorio. (50-2000 ml en oxylog 3000 plus®).

6-8ml/peso ideal. (ventilación protectora).

Peso corporal ideal:

- ▶ $\text{Peso ideal Mujeres} = 45,5 + (0,91 \times [\text{altura en centímetros} - 152,4]) \text{ Kg}$

- ▶ Peso ideal hombre = $50 + (0,91 \times [\text{altura en centímetros} - 152,4])$ kg
- **Frecuencia respiratoria (FR):** número de respiraciones por minuto (rpm) programada en el ventilador. Es variable, se ajusta según edad y patología de base.

0-6 meses	30-40 rpm
6 meses-2 años	25-30rpm
2-5 años	20-25 rpm
5-10 años	15-20 rpm
>10 años-adulto	12-15 rpm

Leyenda: rpm: respiraciones por minuto.

En oxylog 3000 plus® va de 2-60 rpm.

- **Volumen minuto (VM):** Volumen de aire que introduce el paciente o el ventilador en 1 minuto. $VT \times FR$. En unos respiradores se programa el VT y FR y en otros el VM y la FR (en oxylog 3000 plus® se programa VT y FR).
- **Flujo inspiratorio:** velocidad a la que el ventilador suministra el VT. (Lo normal es entre 40-60l/min).
 - ▶ Flujo inspiratorio = VT / T_i o $VM \times 4$.
En oxylog 3000 plus® se calcula automáticamente dependiendo de VT, FR y relación Inspiración:Espiración (relación I:E) programadas.
 - ▶ Control por volumen: es constante. Si lo aumentamos, aumenta la presión inspiratoria pico (PIP) y disminuye el tiempo inspiratorio (T_i).
 - ▶ Control por presión: es más rápido al comienzo de la inspiración, hasta alcanzar la presión programada y va disminuyendo progresivamente a la largo de la inspiración (decelerado). Si aumentamos el flujo inspiratorio, alcanzaremos antes la PIP deseada.

- ▶ Es recomendable utilizar flujos inspiratorios bajos para evitar el aumento de presión en las vías respiratorias.
- **FiO₂:** Porcentaje de oxígeno que tiene el aire aportado por el ventilador. (En oxylog 3000 plus® 40-100%).
 - ▶ Iniciar al 100%. Ajustar, (en función de la respuesta clínica y monitorización) a valores <60% en niños/adultos y <40% en neonatos para evitar toxicidad por hiperoxia.
- **Relación I:E:** Relación entre la duración de la inspiración y la espiración. Normalmente la espiración dura el doble que la inspiración (1:2/ 1:1,5). No aplicable en modos espontáneos.
 - ▶ Se aumentará la relación I:E (1:3, 1:5) en la patología obstructiva.
 - ▶ Se reducirá la relación I:E (1:1) en la patología restrictiva (p ej Síndrome de dificultad respiratoria aguda-SDRA) debido a la necesidad de tiempos inspiratorios más largos.
- **Tiempo inspiratorio (Ti):** Tiempo de duración de la inspiración en segundos. (oxylog 3000 plus® se ajusta según FR y relación I:E).

RN	0,3-0,5 sg
Lactante	0,5-0,8 sg
Preescolar	0,8-1 sg
Escolar	0,9-1,4 sg
Adulto	1,4-1,8 sg

- ▶ En Ti largos se introduce el VT con < Presión pico y mejoran la redistribución del aire.
- ▶ En Ti cortos: dependiendo del modo ventilatorio se

introduce:

- ▷ > Presión pico en controlados por volumen.
- ▷ < VT en modos controlados por presión.

- **Tiempo plateau (Tplat%) o tiempo de pausa:**

- ▶ Durante este tiempo el flujo inspiratorio es cero. En ese momento está cerrada la válvula inspiratoria y espiratoria. Fisiológicamente es el momento de intercambio gaseoso. Forma parte del tiempo inspiratorio.
- ▶ Sólo se programa en modalidad controlada por volumen.
- ▶ Nos aporta el parámetro la Presión meseta o Presión plateau (Pplat).
- ▶ Nos mejora la distribución de los gases inspiratorios.

En Oxylog 3000 plus® sale a 0 y va de 10-20-30-40-50% (lo normal 20-30%). Corresponde al % del Ti total.

- **Trigger o sensibilidad inspiratoria (trigger L/min):**

- ▶ Es el mecanismo por el que el ventilador detecta un esfuerzo inspiratorio del paciente capaz de abrir la válvula inspiratoria.
- ▶ En respiraciones asistidas, soportadas o espontáneas.
- ▶ Pueden ser:
 - ▷ **Por presión:** El paciente realiza un esfuerzo respiratorio y hace una presión negativa provocando la apertura de la válvula inspiratoria (1,5-2cmH₂O)
 - ▷ **Por flujo:** Entre las respiraciones programadas en el circuito hay un flujo muy pequeño. Al realizar un esfuerzo respiratorio, el ventilador detecta ese cambio de flujo y si es mayor que el programado se abre la válvula inspiratoria (1-3l/min

inicial/). Necesita menos esfuerzo por parte del paciente que el trigger de presión. A mayor trigger inspiratorio, mayor esfuerzo para activarlo por parte del paciente.

En Oxylog 3000 plus® es de flujo. Va de 1-15L/min (comenzar a 3l/min)

- **Trigger o sensibilidad espiratoria (term insp% PIF):**
 - ▶ Es un mecanismo que regula el final de la inspiración **en respiraciones espontáneas con Presión de Soporte**, evitando que la inspiración se prolongue durante un tiempo excesivo.
 - ▶ Mide el porcentaje del flujo inspiratorio máximo al que éste ha de descender para que el ventilador termine la inspiración e inicie la espiración (ciclado).
 - ▶ A Mayor %: menor T_i y menor V_T . (inicio antes de la espiración).
 - ▶ A Menor%: mayor T_i y mayor V_T . (inicio más tarde la espiración)
 - ▶ En algunos ventiladores es fijo y no se puede ajustar.

En oxylog 3000 plus® va desde 5-50% (normalmente se inicia al 25%).

- **Rampa:** Tiempo que transcurre desde el inicio de la inspiración hasta alcanzar la presión inspiratoria programada. Su significado es similar al de velocidad de flujo.
 - ▶ En *ventilación mecánica invasiva* (VMI) se programa en respiraciones espontáneas con presión de soporte (PS) y en *modo control por Presión* con o sin PS.

En oxylog 3000 plus® en Spn-CPAP/PS, VC/SIMV/PS y PC-BIPAP/PS.

- ▶ A mayor pendiente, antes se alcanza la presión programada. Aconsejable en pacientes con necesidad de flujos altos, pero en otros puede ocasionar asincronías.

En oxylog 3000 plus® hay 3 grados de rampa: brusca, media y lenta (normalmente comenzamos en la media, pero si la insuficiencia respiratoria es grave se pondrá la más corta o perpendicular posible).

- **Presión de soporte (PS):** Presión inspiratoria programada con la que el ventilador asiste en las respiraciones espontáneas del paciente.

En oxylog 3000 plus®: $PS = PSop + PEEP$. Se programa la $PSop$ (normalmente comenzamos en 10 mbar).

- **Presión positiva al final de la espiración (PEEP):** Refleja la presión de los alvéolos al final de la espiración. Si no ponemos PEEP, la presión en espiración baja hasta 0.

¿Para qué sirve la PEEP?:

- ▶ Reclutar los alvéolos que estaban cerrados eliminando y previniendo atelectasias.
- ▶ Drena alvéolos llenos de líquido.
- ▶ Mejora la relación ventilación/perfusión aumentando la PaO_2 y reduciendo la necesidad de FiO_2 altas.
- ▶ Contrarresta la AutoPEEP.

Efectos negativos de la PEEP:

- ▶ Disminuye el gasto cardiaco y la tensión arterial..
- ▶ Aumenta la presión venosa central y la presión intracraneal..

- ▶ Incrementa el riesgo de barotrauma.

Se inicia a 5 mbar (lo normal entre 5 y 10 mbar). Si existe hipoxemia de causa pulmonar se debe ir aumentando de dos en dos, hasta conseguir el máximo efecto sobre la oxigenación con la mínima repercusión hemodinámica (PEEP óptima).

¿Cómo podemos obtener la PEEP óptima?

- ▶ PEEP inicial de 5 mbar, ajustando según patología de base.
- ▶ Ir aumentando de 2 en 2 y comprobar si la P. plateau aumenta de forma proporcional.
- ▶ En el momento que ya no es proporcional, la PEEP óptima será 1 mbar inferior a la última subida realizada.

En Oxylog 3000 plus® va de 0 a 10 mbar. Cuando nos pasamos de 10 mbar hay que confirmar que queremos seguir subiendo el valor de la PEEP.

- **Presión Pico (PIP):** Presión máxima alcanzada en vía aérea al introducir el aire en el ventilador.
 - ▶ Si la aumentamos indica un aumento de la resistencia en la vía aérea
 - ▶ En el modo volumen control la PIP es variable, lo ideal es entre 20-25 mbar (max.30-35 mbar). No se programa.
 - ▶ En el modo Presión control la PIP se llama Presión inspiratoria (P_{insp}) y es constante. Se programa en el ventilador.
 - ▶ Cálculo de Presión inspiratoria según peso y edad en PC-BIPAP:
 - ▷ Prematuros 12-15 mbar.
 - ▷ Recién nacidos y lactantes: 15-20 mbar.
 - ▷ Niños y adultos: 20-25 mbar.

Parámetros NO programables

- **Presión meseta o Plateau (Pplat):** Presión alcanzada al final de la inspiración, tras la realización de un tiempo de pausa. Refleja la presión alveolar.
 - ▶ Indica disminución de la compliance o distensibilidad pulmonar si aumenta.
 - ▶ Lo ideal es entre 10-15 mbar sin pasar de 30 mbar. ***Es el mejor índice del riesgo de barotrauma.***
 - ▶ En modos controlados por volumen la Pplat se obtiene al programar tiempo plateau (Tplat%).
 - ▶ En modos controlados por presión la Pplat es igual a la PIP (se programa la P_{insp}).
- **Presión media (Pmedia):** Es el promedio de presiones a las que se ve expuesto el sistema respiratorio.
 - ▶ $P_{media} = PIP \times T_i / PEEP \times T_{exp}$
 - ▶ Riesgo de barotrauma si > 12 mbar.

Bibliografía

1. Guay J, Ochroch EA. Uso intraoperatorio de la ventilación de bajo volumen para disminuir la mortalidad postoperatoria, la ventilación mecánica, la duración de la estancia y la lesión pulmonar en pacientes sin lesión pulmonar aguda. *Cochrane Database Syst Rev* 2015: CD011151.
2. Ramos Gómez L, Benito Vales S. *Fundamentos de la Ventilación Mecánica*. 2012. Ed Marge Medical Books. Barcelona. 2012.
3. Tobin, MJ *Principles and Practice of Mechanical Ventilation*. Baum's Textbook of Pulmonary Diseases 2nd edition. McGraw-Hill, Inc.; 2006. USA.2.
4. Gutiérrez, F. Diagnóstico, Monitoreo y Soporte Inicial del Paciente con Insuficiencia Respiratoria Aguda.
5. Simposio: "Atención Inicial Del Paciente Crítico Para No especialistas"(Parte 1). *Revista Acta Médica Peruana Número Especial*. 2011.3. West, J. *Fisiología Respiratoria*, 7a Edición. Editorial Panamericana, 2007. Buenos Aires, Argentina.
6. Grace K, The Ventilador: selection of mechanical ventilators. *Critical Care Clinics*, Volumen 14. Número 4. Octubre 1988. W.B. Saunders Company. Ph. Pennsylvania. USA.5. Slutsky A, et al. Mechanical Ventilation. ACCP Consensus Conference. *Chest* 1993 104:1833-59.6. Lovesio C. Capítulo Ventilación Mecánica. *Medicina Intensiva*, Enero 2006, Editorial El Ateneo, Buenos Aires, Argentina.
7. Dueñas C, Ortiz G, González M. *Ventilación Mecánica. Aplicación en el Paciente crítico*, 2003. Editorial Distribuna, Bogotá, Colombia.8. Gozalo ME. Ventilación Mecánica Básica, Procedimientos Respiratorios. Sección 5, Capítulo 82. *Tratado de Enfermería de Cuidados Críticos y Neonatales*, Julio 2007 <http://www.eccpn.aibarra.org/temario/seccion5/capitulo82/capitulo82>.



Programación y monitorización del paciente ventilado

Índice de capítulo

Programación de ventiladores del SUMMA 112	293
Ventilación mecánica no invasiva (VMNI)	293
Ventilación mecánica invasiva (VMI)	296
Monitorización en ventilación mecánica invasiva	299
¿Qué debemos vigilar durante la VMI?	299
Parámetros a monitorizar en VMI	300
Autoflow	303
Definición	303
¿Cómo funciona?	304
Efectos	305
Indicaciones	305
Limitaciones	305
Monitorización: a través de las curvas	306
Patologías	306
Edema agudo de pulmón	306
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	309
Asma	311
Pediatria	314
COVID 19	314

Programación y monitorización del paciente ventilado

Soledad Gómez de la Oliva

Cristina Horrillo García

Isabel Canales Corcho

Laura Pastor Benito

Miguel Ángel Pereda Ruiz

El capítulo que a continuación presentamos está dedicado a la programación de los ventiladores con los que trabajamos en este momento en el SUMMA 112. Nuestro objetivo, en esta primera parte, es dar a conocer, específicamente, los parámetros ventilatorios que podemos manejar en ellos.

En una segunda parte se abordará la monitorización y vigilancia de los pacientes ventilados, así como las modificaciones de los parámetros que podemos realizar a medida que nuestro paciente evoluciona.

Se incorpora un apartado sobre el *autoflow*, siendo una de las opciones que se pueden usar en el Oxylog 3000 plus®, recientemente incluido a nuestro servicio.

Finalmente, se expondrá la programación en función de las patologías respiratorias más frecuentes en nuestro servicio.

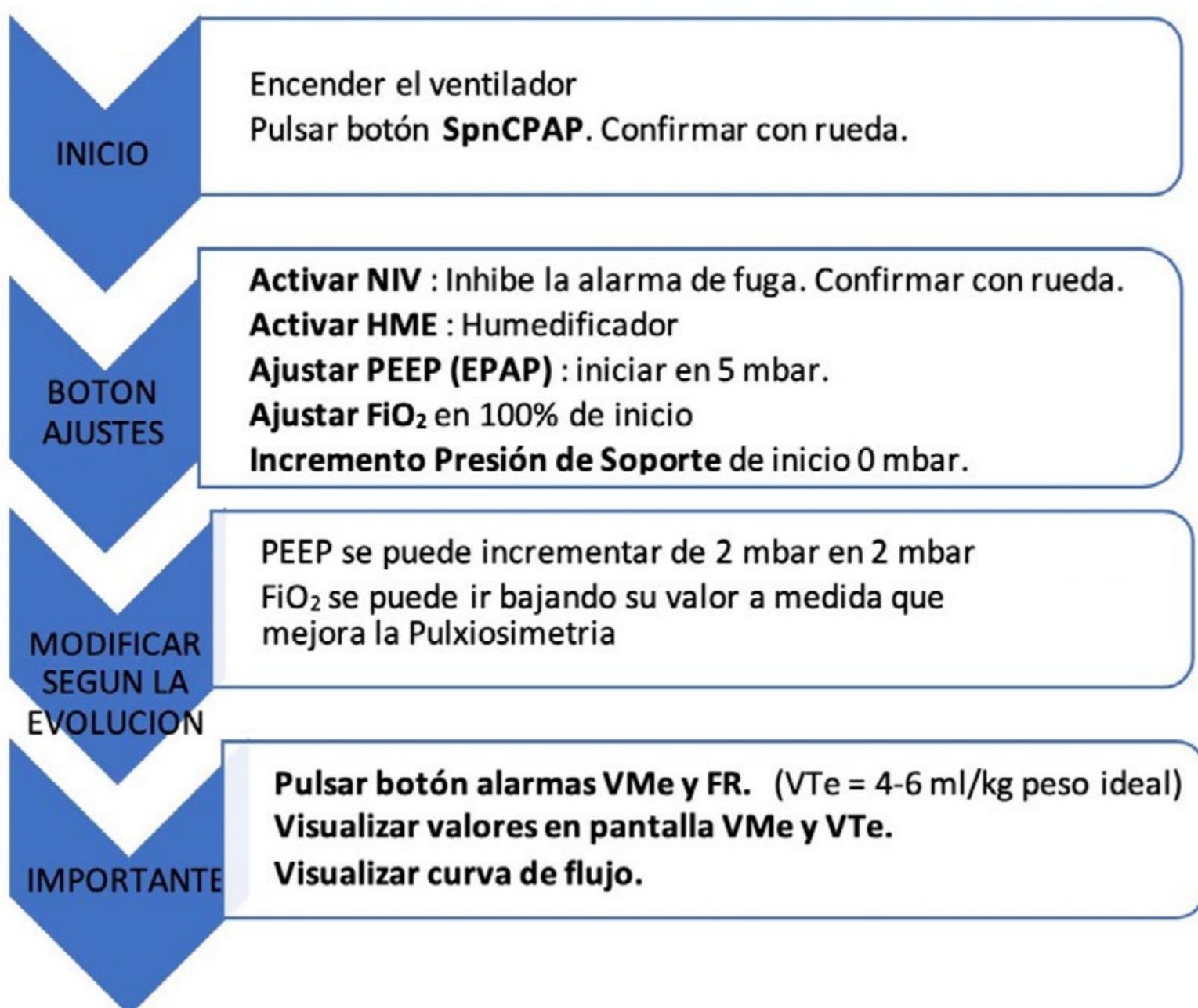
Programación de ventiladores del SUMMA 112

Ventilación mecánica no invasiva (VMNI)

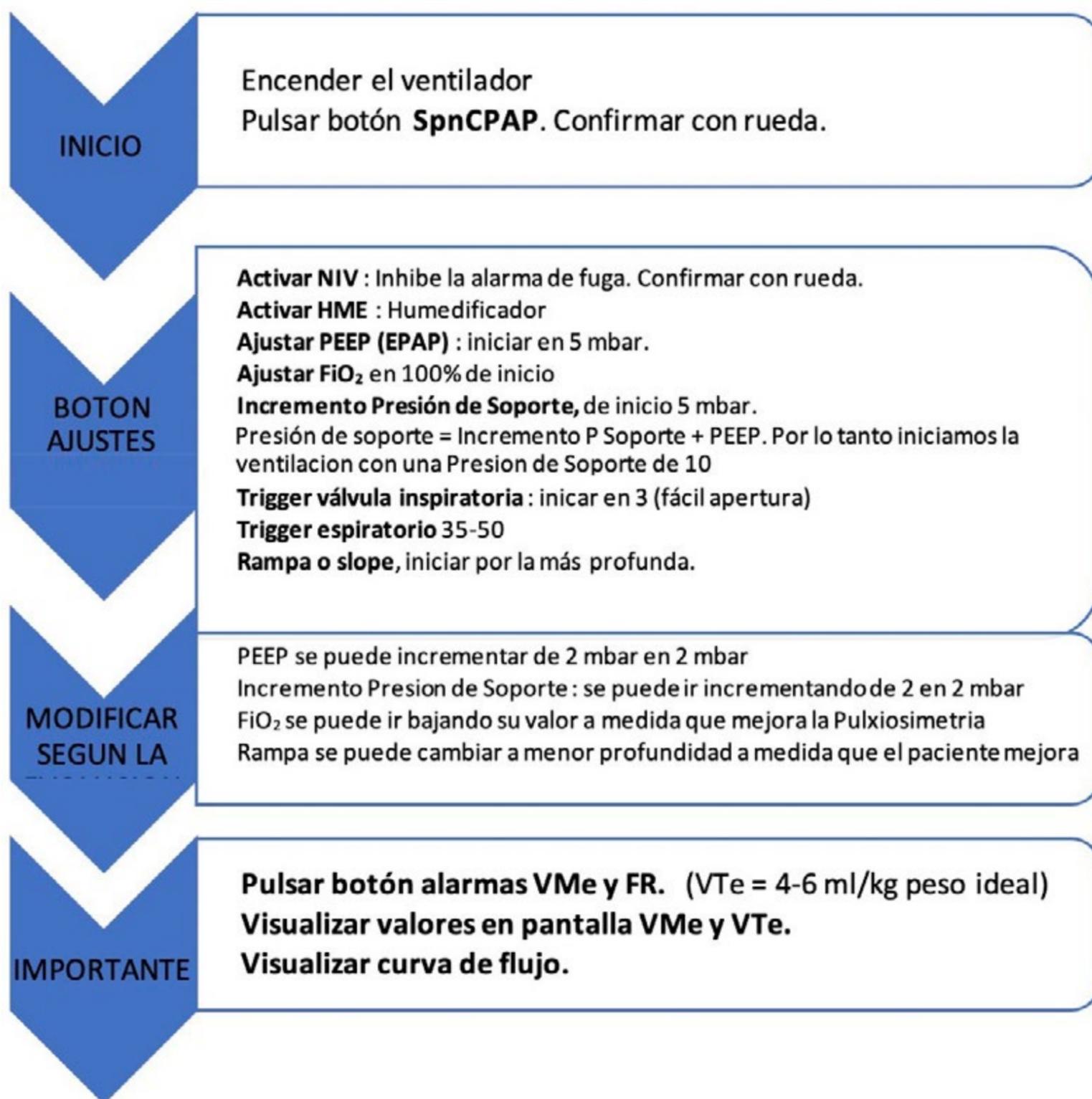
Oxilog 3000 plus®

Programación de Ventilación NO Invasiva:

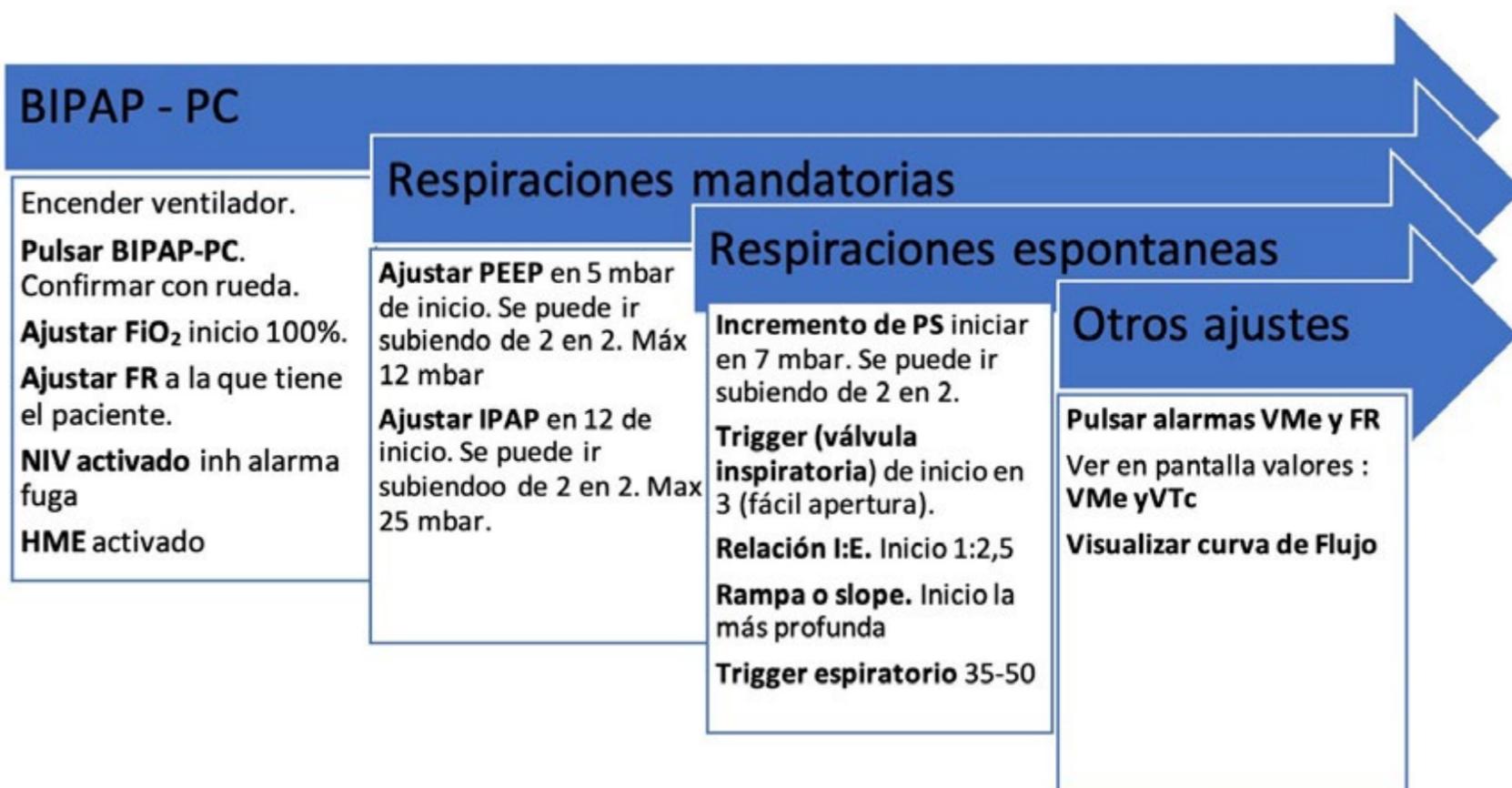
1. Modalidad CPAP/NIV (presión continua en vía aérea)



2. Modalidad BiPAP/NIV (bilevel) CPAP/PS/NIV

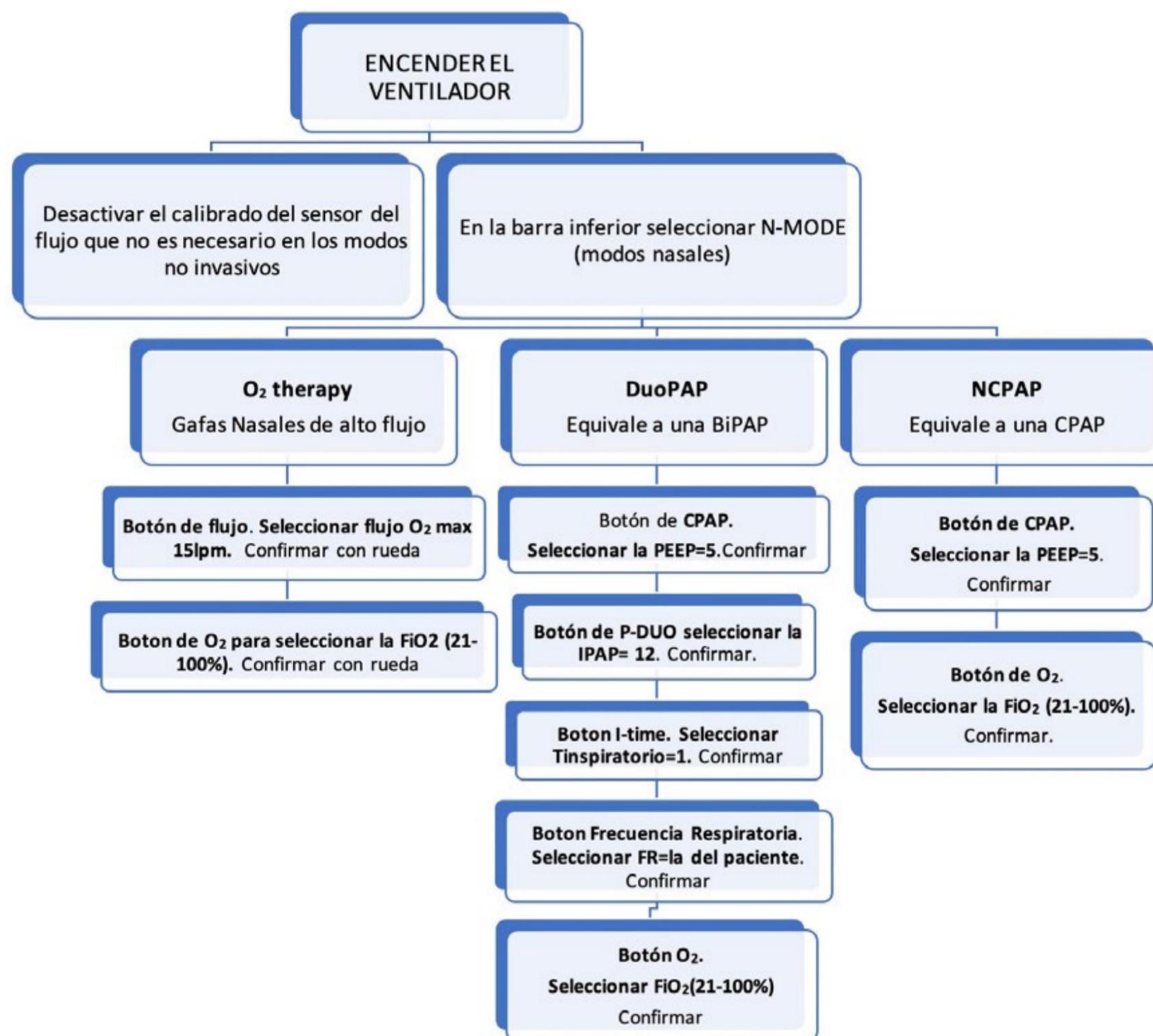


3. Modalidad Dräger PC-BIPAP



FABIAN nCPAP evolution® ACUTRONIC

Programación de VMNI:



***Importante: los valores amarillos NO se modifican. Sólo puedo modificar los valores azules.**

Monitorización: modificar los parámetros hasta conseguir

- Menor disnea-cianosis.
- Menor uso musculatura (esternocleidomastoidea y abdominal).
- Mejoría de la frecuencia respiratoria, cardíaca y tensión arterial (TA).
- Mejoría del nivel de conciencia.
- Mejoría del índice SaFiO₂ y ETCO₂.

Ventilación mecánica invasiva (VMI)

Parámetros básicos en la VMI: [ver Tabla 1](#)

Oxilog 3000 plus®

1. Inicio de VMI en el Ventilador

Pulsar botón ON. Esperar hasta que se ilumine la barra



Seleccionar el tipo de tubuladura y confirmarlo con la rueda
Pediátrica desechable (PED). VT<250 ml.
Adulto desechable (DES)
Adulto reutilizable (REU)



Seleccionar el modo ventilatorio en el botón correspondiente
VE CMV
VC SIMV
Spn CPAP
PC BIPAP



Ajustar la ruedas frontales

VT. Cálculo 6-8 ml/kg de peso ideal (Modos Volumen Control).
FR. Cálculo en función de la edad y peso del paciente.
Pmax. Alarma de PIP < 30-35mbar.
FiO₂. Iniciar en el 100%

<p>Botón de ajustes</p> <ul style="list-style-type: none"> PEEP. Inicio 5mbar Trigger. Inicio 3l/min I:E*. Inicio 1:2 ó 1:1,5 HME. Si uso de filtro Tipo de tubuladura** Ajuste brillo de pantalla Tplat%***. Inicio 20% Incremento Presion de Soporte****. Inicio 5 Term.insp%PIF*** ** Inicio 25% Rampa***** Inicio en media 	<p>Alarmas. Selección Manual o Automatica</p> <ul style="list-style-type: none"> VMe. Limite superior e inferior. (20% valor prefijado) FRspn (FR espontanea). Determina el límite superior. Volumen de alarma 	<p>Valores</p> <ul style="list-style-type: none"> FR programada FRsp, respiraciones espontáneas PEEP P media PIP Pplat (solo si se ajusta Tplat) VMe. Volumen espirado FiO₂ 	<p>Curvas. Segun el modo ventilatorio</p> <ul style="list-style-type: none"> Presión / Tiempo Flujo / Tiempo
---	--	---	---

***I:E** no se programa en modo espontáneo (Spn CPAP-PS)

****Tipo de tubuladura** DES, REU, PED.

*****Tplat(%)** Activar en modalidades VC/CMV y VC/SIMV.

******Incremento Presión de Soporte** Activar en modalidades VC/SIMV/PS, Spn-CPAP/PS y PC-BIPAP/PS.

*******Term Insp%PIF** Activar en modalidades VC/SIMV/PS, PC-BIPAP/PS y VC/SIMV/PS.

*******Rampa** Activar en modalidades Spn-CPAP/PS, PC-BIPAP/PS y VC/SIMV/PS

Leyenda: PEEP: "Positive end-expiratory pressure". Presión positiva al final de la espiración., Trigger: trigger inspiratorio, I:E: relación *Inspiración: Espiración*, HME: filtro humidificador-bacteriostático, Term. Insp % PIF: trigger espiratorio, VM: volumen minuto, FR: frecuencia respiratoria, Pmed: presión media, PIP: Presión máxima inspiración, Pplat: presión plateau o meseta, FiO₂: fracción de oxígeno inspirado, DES: desechable (tubuladura adulto desechable), REU: reutilizable (tubuladura adulto reutilizable), PED: pediátrica (tubuladura pediátrica).

2. Modalidades de VMI

Tabla 1: Programación inicial en VMI Protectora en Oxylog 3000 plus

Fuente: (Comisión de Ventilación Mecánica SUMMA 112)

	VOLUMEN (VC-CMV/VC-AC/SIMV)	PRESIÓN (PC BIPAP/Spn-CPAP/PS)						
R U E D A S	VT: 6-8 ml/kg peso ideal	VT (variable)						
	Varón: 50 + 0,91 (talla cm-152,4) Mujer: 45,5 + 0,91 (talla cm-152,4)	VT obtenido dependerá de la Presión inspiratoria programada.						
	Restrictivo: 4-6ml/kg (NO < 4ml/kg)	Obstructivo: 6-8 ml/kg						
	FR: Ajustar según edad, patología y EtCO ₂	FR: Ajustar según edad, patología y EtCO ₂						
		<table border="1"> <tr> <td>Prematuro: 40-60</td> <td>2-5 años: 20-25</td> </tr> <tr> <td>0-6 meses: 30-40</td> <td>5-10 años: 15-20</td> </tr> <tr> <td>6 m-2años: 25-30</td> <td>>10a-Adulto:12-15</td> </tr> </table>	Prematuro: 40-60	2-5 años: 20-25	0-6 meses: 30-40	5-10 años: 15-20	6 m-2años: 25-30	>10a-Adulto:12-15
	Prematuro: 40-60	2-5 años: 20-25						
0-6 meses: 30-40	5-10 años: 15-20							
6 m-2años: 25-30	>10a-Adulto:12-15							
	Restrictivo: 15-25 rpm (<30 rpm) Obstructivo: 10-12 rpm (AutoPEEP)							
P max	Pmax (ALARMA): 30-35 mbar (10mbar>PIP). Si > Riesgo Barotrauma							
FiO₂	FiO₂: 100% de inicio reducir hasta SpO ₂ ≥92%							
A J U S T E S	PEEP	PEEP: Inicio 5 mbar (pulmón sano). PEEP ÓPTIMA (Hipoxemia)						
		PIP: 20-25mbar lo ideal Pplat: 10-15 mbar lo ideal Pplat > 30 mbar, riesgo Barotrauma	Pinsp (PIP=Pplat=cte) NO>30mbar Prematuro: 12-15 mbar RNT-lactante: 15-20 mbar Niño y adulto: 20-25 mbar					
	I:E	I:E normal 1:2. Obstructivo 1:3/1:4. Restrictivo 1:1,5/ 1:1)						
	T PLATEAU	Tiempo plateau (Tplat%):20-30% Nos da la Presión plateau (Pplat).	Tiempo pausa no existe					
	▲ Psop	▲ Psop = ▲ P.soporte sobre la PEEP. Iniciar con 5. PS= Psop+ PEEP=10						
	RAMPA	Rampa: Iniciar normalmente en media (brusca si insuficiencia respiratoria)						
	TRIGGER	Trigger: 0 si controlada, si asistida o espontánea comenzar 3l/min						
		Term insp%PIF: Iniciar en 25% (En respiraciones con Presión soporte)						
A L A R M A S		Vigilar alarma de Presión PIP: Mide Resistencia en v. aérea. Pplat: Mide Presión alvéolo.	Vigilar Alarma de volumen VTe objetivo: 6-8ml/kg Peso ideal VMe objetivo: 6-10l/min					
	CURVAS	Presión/tiempo: (PIP, Pplat) Flujo/tiempo: (Cuadrada)	Presión/tiempo: (PIP=Pplat) Flujo/tiempo: (Decelerante)					

Leyenda: VT: Volumen Tidal, ml/kg: mililitro/kilogramo, FR: frecuencia respiratoria, EtCO₂ : concentración máxima de dióxido de carbono espirado durante un ciclo respiratorio, rpm: respiraciones por minuto, Pmax: Presión máxima, FiO₂: fracción de oxígeno inspirado PEEP: “*Positive end-expiratory pressure*”. Presión positiva al final de la espiración, PIP: Presión máxima inspiración, Pplat: presión plateau o meseta, P_{insp}: presión inspiratoria, I:E: relación *Inspiración: Espiración*, P_{sop}: Presión de soporte, VT: volumen tidal, VM: volumen minuto, Term. Insp % PIF: trigger espiratorio.

Monitorización en ventilación mecánica invasiva

La monitorización del paciente ventilado tiene como finalidad asegurar la correcta interacción entre paciente-ventilador, valorar su evolución y evitar complicaciones.

¿Qué debemos vigilar durante la VMI?

En el paciente:

- Expansión torácica.
- Entrada de aire a la auscultación.
- Coloración cutánea.
- Uso de musculatura accesoria.
- Nivel de conciencia.
- Presencia de dolor y/o agitación.
- Repercusión hemodinámica:
- Frecuencia cardíaca
- Tensión arterial.
- Perfusión periférica.

En el ventilador:

- Confirmación de la modalidad programada.
- Comprobación de las alarmas.

En la interfase:

- Tubo endotraqueal:
 - ▶ Posición .
 - ▶ Secreciones.
 - ▶ Presión del neumotaponamiento.
- Control de las conexiones:
 - ▶ Filtro.
 - ▶ Pieza en Y.
 - ▶ Colocación adecuada del capnógrafo.

Una vez iniciada la VMI debemos ajustar parámetros cada 5-10 minutos hasta la estabilización del paciente.

Parámetros a monitorizar en VMI

Durante la ventilación mecánica del paciente se debe monitorizar aquellos parámetros que nos permitan saber si la técnica está teniendo una adecuada repercusión sobre nuestro paciente. Para ello nos fijamos en los parámetros que controlan :

- **El intercambio gaseoso:**
 - ▶ **Capnografía:** EtCO₂ 45-60 mmHg (hipercapnia permisiva), excepto en traumatismos craneoencefálicos, gestantes y niños donde se debe mantener la normocapnia.
 - ▶ **Pulsioximetría:** SpO₂ ≥ 92%.
- **Estado hemodinámico del paciente:**
 - ▶ Frecuencia cardiaca.
 - ▶ TA.
- Mecánica respiratoria:
 - ▶ **Presiones:** PIP, Pplat, PEEP.
 - ▶ **Volúmenes:** VMe y VTe.
 - ▶ **Curvas:** Presión/Tiempo, Flujo/tiempo.

Monitorización en VMI

Fuente: Comisión Ventilación Mecánica SUMMA 112.

Monitorización de la oxigenación (SpO_2):

1. > FiO_2 . Es el método más rápido. Iniciar 100%. Intentar bajar a $FiO_2 < 60\%$ (<40% neonatos) para evitar toxicidad.
2. > la PEEP. PEEP ÓPTIMO que mantenga una SpO_2 óptima
3. > el tiempo inspiratorio (en nuestro caso < FR).
4. > la P_{insp} (Presión Control) o VT (Volumen Control), sobre todo si hay hipercapnia asociada

Monitorización de la ventilación ($EtCO_2$):

HIPERCAPNIA se produce por HIPOVENTILACIÓN del paciente.

Se corrige al AUMENTANDO el VM ($VT \times FR$)

5. 1º > FR (CUIDADO AUTOPEEP).
6. 2º > el VT (P_{insp} en PC).

HIPOCAPNIA se produce por la HIPERVENTILACION del paciente

Se corrige al DISMINUIR el VM ($VT \times FR$)

1. 1º < la FR
2. 2º < el VT

Normalmente, en patología obstructiva modificamos el VT y en restrictiva la FR.

Monitorización de volumen minuto espirado (VMe)

CAUSAS DE DISMINUCIÓN DEL VMe:

- Desconexión del paciente.
- Fuga aérea (TET, tubo torácico, presión del neumotaponamiento).
- Aumento del espacio muerto artificial.
- Sedación excesiva en soporte ventilatorio parcial.

CAUSAS DEL AUMENTO DEL VMe:

- Atrapamiento aéreo.
- Aumento de la FR espontánea en modos asistidos.
- Autodisparo del ventilador.

Espiración del volumen añadido en aerosoles.

CURVA PRESIÓN / TIEMPO : PIP, Pplat

CAUSAS DE AUMENTO PIP

- Broncoespasmo.
- Acodamiento tubo, tubo estrecho.
- Secreciones.
- Flujo inspiratorio elevado ($\text{Flujo} = \text{VT}/\text{Ti}$): $< \text{VT}$ y/o $< \text{FR}$ ($> \text{Ti}$).

Dan lugar a un aumento de la Resistencia de la Vía Aérea

CAUSAS DE AUMENTO PIP y Pplat:

- IOT selectiva, atelectasia, neumotórax.
- Neumonía, SDRA, EAP.
- Aumento de Presión abdominal, AutoPEEP.

Dan lugar a la disminución de la compliance o distensibilidad pulmonar

Podemos ver valor numérico de PIP y Pplat en tecla valores

CURVA FLUJO/TIEMPO

Monitorización atrapamiento aéreo (flujo en la espiración no llega a 0)

- Paso PRIMERO : $< FR$ y si no
- Paso SEGUNDO : $< VT$ y si no
- Paso TERCERO : Cambiar I:E 1:3

Monitorización de asincronías (tos, lucha con ventilador y mucosidad). Podemos ver ondas de sierra en espiración.

- Paso PRIMERO Aspirar y/o $>$ sedoanalgesia
- Paso SEGUNDO cambiar de modo ventilatorio si no hay adecuada adaptación

Autoflow

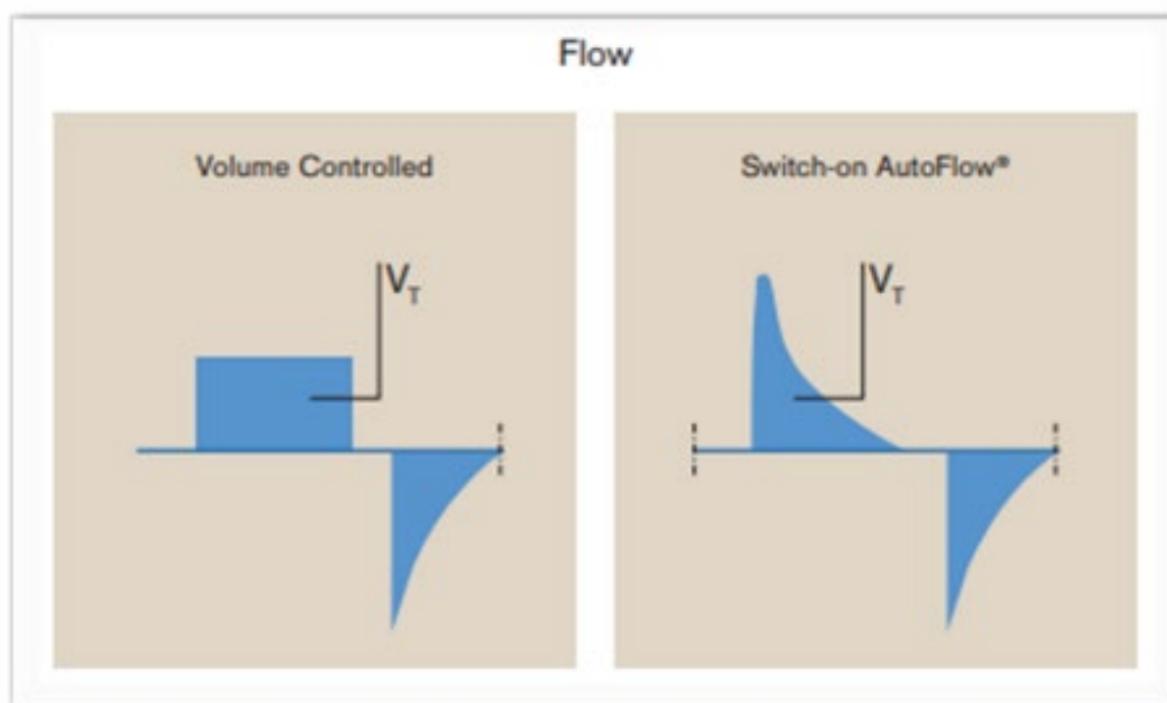
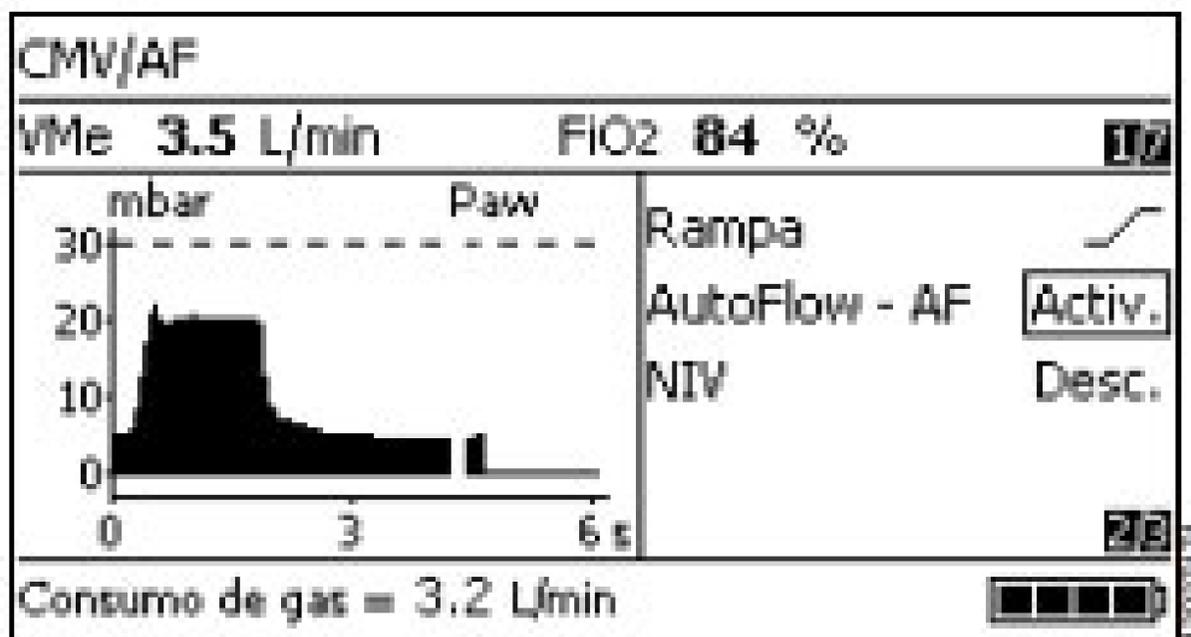
Es importante aclarar que el *autoflow* no es un modo de ventilación, sino una opción que complementa los modos de **volumen programado**. En el SUMMA 112 esta opción se encuentra disponible en el ventilador Oxilog 3000 plus® .

Definición

El autoflow, merced a un software del ventilador, calcula la compliance del paciente. En base a este cálculo, el ventilador es capaz de autorregular el flujo y la presión mínima que el paciente necesita en cada respiración, para así obtener el volumen que hemos pautado.

Está disponible en modos controlados por volumen (puede programarse en VC-CMV, VC-AC o SIMV).

Mediante esta opción, el ventilador garantiza un volumen corriente (que será el que hemos programado), entregando el gas con un flujo decelerante.



¿Cómo funciona?

- Suministra el flujo mínimo necesario para proporcionar el Volumen Tidal o Volumen corriente (V_T) establecido dentro del T insp.
- La presión de inspiración final resultante (+3, -3) se utilizará como la presión de inspiración para la siguiente respiración.
- Esta presión no superará la $P_{max} > 5$ mbar. En caso de que con dicha presión no se pueda conseguir el V_T establecido, comenzará a sonar la alarma de V_T bajo.
- Si, por el contrario, el V_T es mayor al programado en la alarma (+30%), se cortará el ciclado automáticamente en el momento en que se alcance dicho volumen.

Efectos

- Garantiza el volumen establecido a la presión más baja posible en modos controlados por volumen.
- Reduce las Pmax de las vías respiratorias.
- Mantiene el VT estable cuando se modifica la compliance pulmonar.
- Es menos invasivo y mejora la sincronía paciente-ventilador.
- Reduce la activación de las alarmas.
- Precisa menor sedación.

Tiene los beneficios de pc-bipap en los modos controlados por volumen

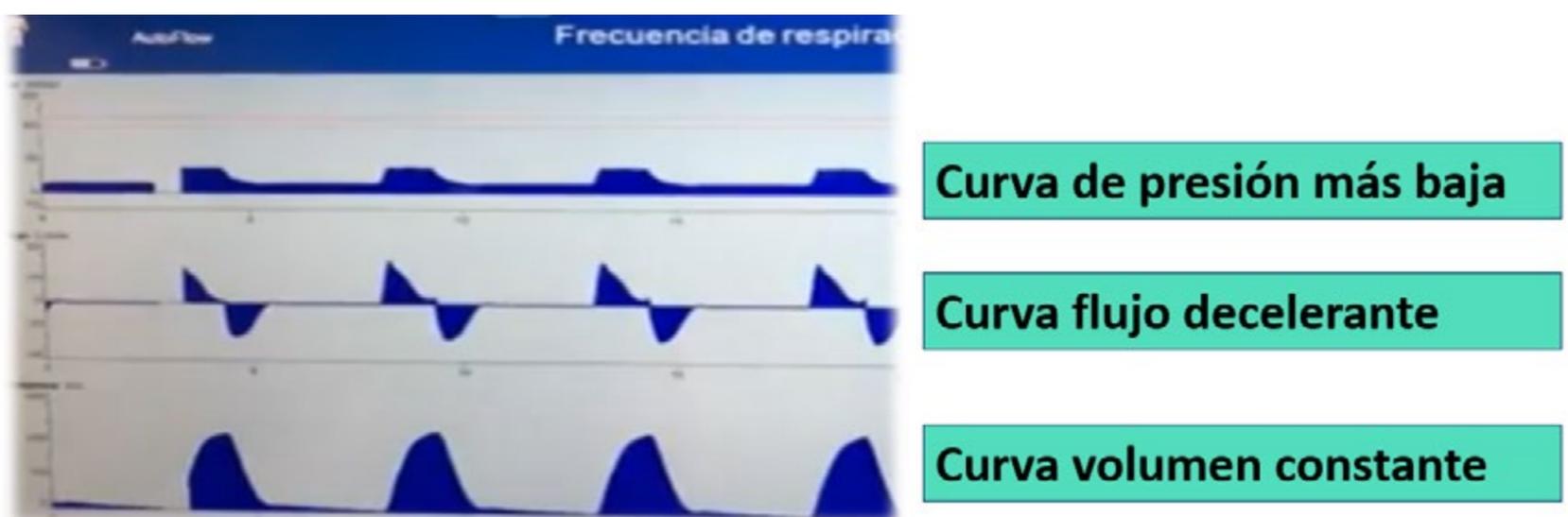
Indicaciones

- Traumatismo craneoencefálico.
 - ▶ Evita hipertensión intracraneal.
 - ▶ Permite menor nivel de sedación.
- Parada cardiorrespiratoria recuperada.
 - ▶ Disminuye el riesgo de hiperventilación.
 - ▶ Disminuye el riesgo de barotrauma.
- Traumatismo torácico. Previene el neumotórax.
- Dispositivos supraglóticos.
 - ▶ Evita fugas.
 - ▶ Disminuye la distensión gástrica.

Limitaciones

- En los pacientes donde es preciso conocer la P_{plateau} no permite valorar las curvas por volumen.
- En pacientes con patología muy restrictiva que no puedan garantizar el volumen.
- En pacientes que empeoran al iniciar la técnica debe retirarse.

Monitorización: a través de las curvas

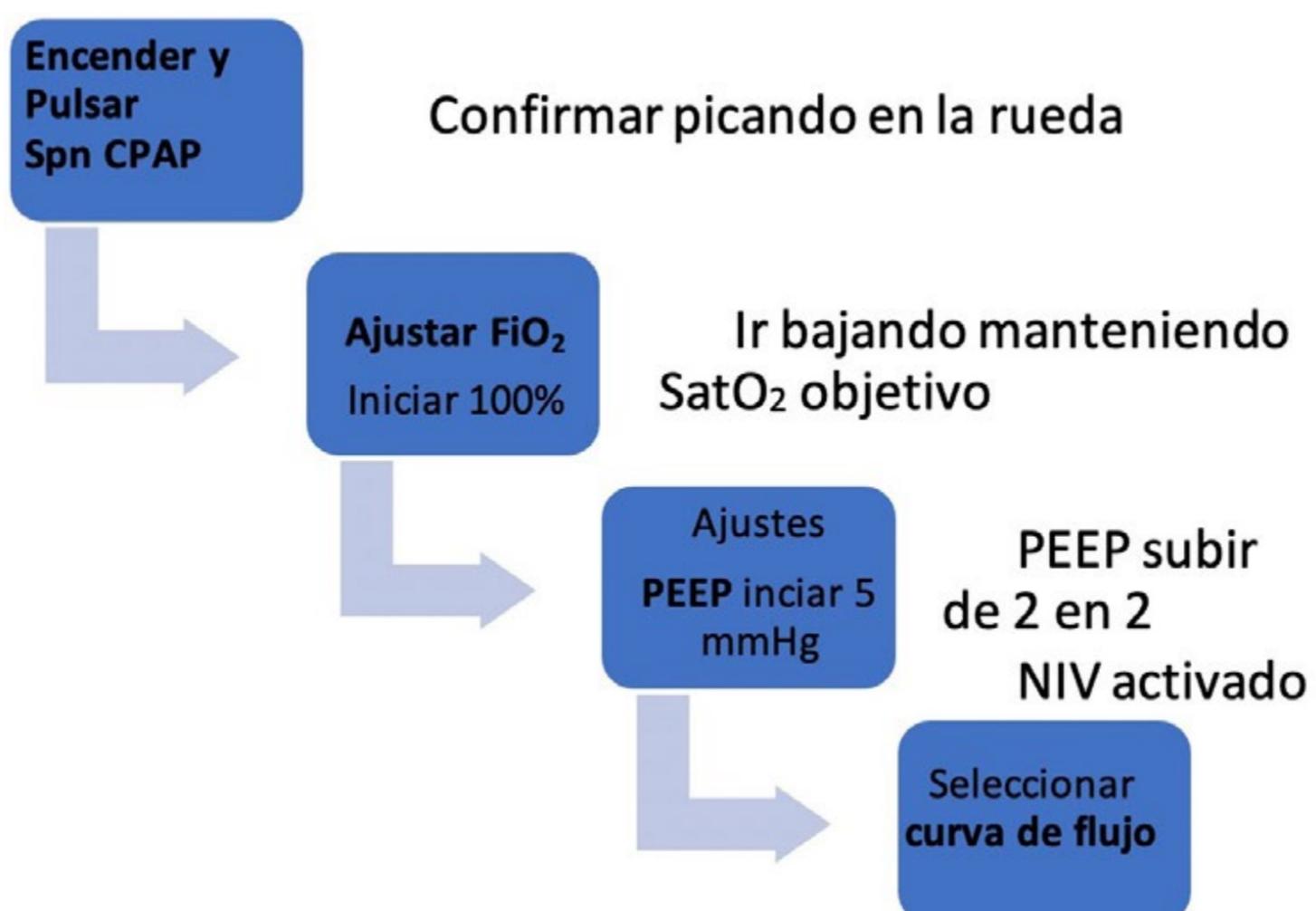


Hay que mencionar que en el ventilador Oxilog 3000® plus no existe la opción de visualizar la curva que monitoriza el volumen.

Patologías

Edema agudo de pulmón

Ventilación mecánica no invasiva: usar inicialmente modalidad CPAP



NIV activado para inhibir la alarma de fuga. HME filtro activado.

Ventilación mecánica invasiva

Valores de programación en Volumen Control (VC)

Usaremos el ventilador en este modo realizando una ventilación protectora

Tabla 2: Programación modo ventilatorio VMI-VC

Pasos programación Volumen Control	
1º Encender respirador	PULSAR VC CMV. Confirmar
2º Ajustar VT (usar volúmenes bajos)	6 - 8 ml/kg de peso ideal
3º Ajustar FR, modificar según EtCO ₂ y/o VM	15 - 25 rpm
4º Ajustar alarma P max	30 - 35 mBar
5º Ajustar FiO ₂	inicio 100% e ir ajustando
BOTÓN AJUSTES	
1º PEEP	Inicio 5 mmHg, incrementando 2 en 2
2º Rampa o slope	Iniciar en la más profunda
3º NIV	Desactivado
4º HEM	Activado
5º Trigger	Iniciar en 3 l/min
6º Relación I:E	Iniciar en 1:2
7º T plateau (T de pausa)	Iniciar en 20 - 30%
BOTÓN AJUSTES	
1º PIP	20 - 25
2º P Plateu meseta	10 - 15, nunca más 30 - 35, minimizar barotrauma

Leyenda: VT: Volumen Tidal, ml/kg: mililitro/kilogramo, FR: frecuencia respiratoria, EtCO₂: concentración máxima de dióxido de carbono espirado durante un ciclo respiratorio, rpm: respiraciones por minuto, Pmax: Presión máxima, FiO₂: fracción de oxígeno inspirado PEEP: "Positive end-expiratory pressure". Presión positiva al final de la espiración, PIP: Presión máxima inspiración, NIV: *non invasive ventilation*. Ventilación no invasiva, Pplat: presión plateau o meseta, P_{insp}: presión inspiratoria, I:E: relación *Inspiración: Espiración*, P_{sop}: Presión de soporte, VT: volumen tidal, VM: volumen minuto, Term. Insp % PIF: trigger espiratorio.

Valores de programación en Presion Control (PC)

Usaremos el ventilador en este modo realizando una ventilación protectora

Tabla 3. Programación modo ventilatorio VMI-PC

Pasos programación presión control	
1º Encender respirador	PULSAR PC - BIPAP. Confirmar
2º Ajustar FR, modificar según EtCO ₂ y/o VM	15 - 25 rpm
3º Ajustar alarma P max	30 - 35 mBar
BOTÓN AJUSTES	
1º PEEP	Inicio 5 mmHg, incrementando 2 en 2
2º Rampa o slope	Iniciar en la más profunda
3º NIV	Desactivado
4º HEM	Activado
5º Trigger	Iniciar en 3 l/min
6º Relacion I:E	Iniciar en 1:2
7º P inspiratoria (T de pausa)	Iniciar en 25 - 30
BOTÓN AJUSTES	
1º VT bajos	6 ml/kg de peso ideal
2º P inspiratoria PIP	< 30 - 35, minimizar sobredistensión
3º Rampa o slope	Iniciar en la más profunda

Leyenda: VT: Volumen Tidal, ml/kg: mililitro/kilogramo, FR: frecuencia respiratoria, EtCO₂: concentración máxima de dióxido de carbono espirado durante un ciclo respiratorio, rpm: respiraciones por minuto, Pmax: Presión máxima, FiO₂: fracción de oxígeno inspirado PEEP: "Positive end-expiratory pressure". Presión positiva al final de la espiración, PIP: Presión máxima inspiración, NIV: *non invasive ventilation*. Ventilación no invasiva, Pplat: presión plateau o meseta, P_{insp}: presión inspiratoria, I:E: relación *Inspiración: Espiración*, P_{sop}: Presión de soporte, VT: volumen tidal, VM: volumen minuto, Term. Insp % PIF: trigger espiratorio.

Enfermedad pulmonar obstructiva crónica

Ventilación mecánica no invasiva: Usar inicialmente modalidad BiPAP

Tabla 4: Parámetros de programación de la BiPAP en el Oxilog 3000[®] plus para el EPOC agudizado grave

PARÁMETRO	INICIO	AJUSTE
Encender ventilador Pulsar SpnCPAP	Confirmar picando rueda	
Ajustar FiO ₂	100%	Ir bajando manteniendo Sat O ₂
Ajustar PEEP	5 mbar	Incremento de 2 en 2 mbar Maximo 12 mbar
Ajustar Incremento Presion de soporte	5 mbar (PS = 10)	Incrementar de 3 en 3 mbar Maximo 25 mbar
Trigger (Válvula inspiratoria)	Iniciar en 3 fácil apertura	Modificar a medida que mejora el paciente
Rampa o slope	Iniciar en 10mbar	
Insp term % PIF (trigger espiratorio)	Iniciar 25%	Retenedor ir subiendo (max.50%)

Leyenda: VT: Volumen Tidal, ml/kg: mililitro/kilogramo, FR: frecuencia respiratoria, EtCO₂: concentración máxima de dióxido de carbono espirado durante un ciclo respiratorio, rpm: respiraciones por minuto, Pmax: Presión máxima, FiO₂: fracción de oxígeno inspirado PEEP: "Positive end-expiratory pressure". Presión positiva al final de la espiración, PIP: Presión máxima inspiración, NIV: non invasive ventilation. Ventilación no invasiva, Pplat: presión plateau o meseta, P_{insp}: presión inspiratoria, I:E: relación Inspiración: Espiración, Psop: Presión de soporte, VT: volumen tidal, VM: volumen minuto, Term. Insp % PIF: trigger espiratorio.

Ventilación mecánica invasiva:

Tabla 5: Parámetros de programación de VC-CMV en el Oxilog 3000 plus® para el EPOC agudizado grave

Pasos programación volumen control	
1º Encender respirador	PULSAR VC CMV. Confirmar
2º Ajustar VT (usar volúmenes bajos)	6 - 8 ml/kg de peso ideal
3º Ajustar FR, modificar según EtCO ₂ y/o VM	15 - 25 rpm
4º Ajustar alarma P max	30 - 35 mBar
5º Ajustar FiO ₂	inicio 100% e ir ajustando
BOTON AJUSTES	
1º PEEP	Inicio 5 mmHg, incrementando 2 en 2
2º Rampa o slope	Iniciar en la más profunda
3º NIV	Desactivado
4º HEM	Activado
5º Trigger	Iniciar en 3 l/min
6º Relacion I:E	Iniciar en 1:2,5 ó 1:3 en función del ETCO ₂
7º T plateau (T de pausa)	Iniciar en 20 - 30%
BOTON AJUSTES	
1º PIP	20 - 25
2º P Plateu meseta	10 - 15, nunca más 30 - 35, minimizar barotrauma

Leyenda: VT: Volumen Tidal, ml/kg: mililitro/kilogramo, FR: frecuencia respiratoria, EtCO₂ : concentración máxima de dióxido de carbono espirado durante un ciclo respiratorio, rpm: respiraciones por minuto, Pmax: Presión máxima, FiO₂: fracción de oxígeno inspirado PEEP: "Positive end-expiratory pressure". Presión positiva al final de la espiración, PIP: Presión máxima inspiración, NIV: non invasive ventilation. Ventilación no invasiva, Pplat: presión plateau o meseta, P_{insp}: presión inspiratoria, I:E: relación *Inspiración: Espiración*, P_{sop}: Presión de soporte, VT: volumen tidal, VM:volumen minuto, Term. Insp % PIF: trigger espiratorio.

Asma

Ventilación mecánica no invasiva. Modo CPAP

- Pulsar SpnCPAP. Confirmar en rueda.
- FiO₂: Ajustar en rueda. Iniciar 100% e ir ajustando según SpO₂.
- Ajustes
 - ▶ Ajustar PEEP (EPAP): Iniciar en 5 e ir subiendo de 2 en 2 cada 5-10 min (máx 12 mbar).
 - ▷ Ajustar según SpO₂ y curva de flujo (ver que la espiración al final finaliza en 0).
 - ▷ Si hay AutoPEEP no finaliza en 0. Disminución de la AutoPEEP al acercarse más el final de la espiración a 0 en curva flujo/tiempo y menor esfuerzo para activar trigger inspiratorio.
 - ▷ PEEP extrínseca no > 80% AutoPEEP.
 - ▶ Incremento Psop (mbar)=0.
 - ▶ NIV activado: Inhibe alarma por fuga.
 - ▶ HME activado: Uso de filtro.
- Pulsar tecla Alarmas
 - ▷ VMe.
 - ▷ FRspn (Objetivo VTe=4-6ml/kg peso ideal).
 - ▶ Si alarma por fuga.
 - ▷ 1º comprobar Modo NIV activado.
 - ▷ 2º ajustar interfase.
 - ▶ Si alarma por VTe bajo
 - ▷ 1º comprobar que respira con la bala abierta.
 - ▷ 2º ajustar interfase.
 - ▷ 3º descartar complicaciones como EAP y neumotórax.
 - ▷ 4º no mejora, cambiar a BiPAP.
- Pulsar botón valores: VMe y VTe son los que más información nos dan.
- Pulsar botón curvas: La curva de flujo/tiempo nos da información si existe AutoPEEP (final de la espiración no llega a 0) y su monitorización durante la VMNI.

Ventilación mecánica no invasiva. Modo BiPAP

- Pulsar SpnCPAP. Confirmar en rueda.
- FiO_2 : Ajustar en rueda. Iniciar 100% e ir ajustando según SpO_2 .
- Ajustar:
 - ▶ Ajustar PEEP (EPAP): Iniciar en 5 e ir subiendo de 2 en 2 cada 5-10 min (máx 12 mbar).
 - ▷ Ajustar según SpO_2 y curva de flujo (ver que la espiración al final finaliza en 0).
 - ▷ Si hay AutoPEEP, no finaliza en 0. Disminución de la AutoPEEP al acercarse más el final de la espiración a 0 en curva flujo/tiempo y menor esfuerzo para activar el trigger inspiratorio.
 - ▷ PEEP extrínseca no > 80% AutoPEEP.
 - ▶ Incremento P_{sop} (mbar): Iniciar en 5. P_{sop} (5)+ PEEP (5)= IPAP (10). Aumentar de 2 en 2 cada 5-10 min (máx IPAP 25 mbar) hasta ECM blando por menor trabajo respiratorio, conseguir un VT objetivo adecuado (4-6 ml/kg) y/o mejore el nivel de conciencia.
 - ▶ Trigger (inspiratorio): Iniciar en 3l/min que se abre fácilmente. Si le cuesta abrirlo, pensar en AutoPEEP asociada y bajarlo a 1 ó 2 hasta mejoría.
 - ▶ Rampa: Iniciar en más profunda e ir bajando solo si ECM está blando o no lo tolera el paciente.
 - ▶ Term insp %PIF (trigger espiratorio): Iniciar 50%, ajustar según asincronía
 - ▶ NIV activado: Inhibe alarma por fuga.
 - ▶ HME activado: Uso de filtro.
- Pulsar tecla Alarmas:
 - ▷ VMe.
 - ▷ FRspn (Objetivo: V_{Te} =4-6ml/kg).
 - ▶ Si alarma por fuga
 - ▷ 1º comprobar Modo NIV activado.
 - ▷ 2º ajustar interfase.

- ▶ Si alarma por VTe bajo
 - ▷ 1º comprobar que respira con la bala abierta.
 - ▷ 2º ajustar interfase.
 - ▷ 3º $> P_{sop}$.
 - ▷ 4º $<$ trigger espiratorio (Term.insp%PIF) para $>$ tiempo inspiratorio.
 - ▷ 5º Descartar complicaciones.
- Pulsar botón valores: VMe y VTe son los que más información nos dan.
- Pulsar botón curvas: La curva de flujo/tiempo nos da información si existe AutoPEEP (final de la espiración no llega a 0) y su monitorización con la VMNI.

Ventilación mecánica invasiva:

Modalidad Asistida controlada por volumen (VC):

Figura 6. Programación Volumen Control ventilador Oxylog 3000 plus.

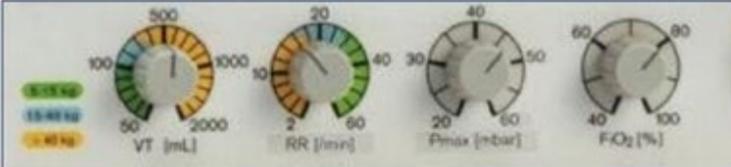
Fuente: Curso Ventilación Mecánica de la Comisión Ventilación SUMMA 112.


PATOLOGÍA OBSTRUCTIVA

SUMMA 112

ASISTIDA CONTROLADA POR VOLUMEN

PROGRAMACIÓN





✓ **VT:** Iniciar 6-8 ml/kg peso ideal, reducir si signos de AUTOPEEP para disminuir el volumen a espirar.

✓ **FR:** 10-12 rpm. Modificar EtCO₂ y/o VM.

✓ **Pmax:** 30-35mBar. (ALARMA)

✓ **FiO₂** iniciar 100%. Ajustado SpO₂ ≥90%. Menor 60% siempre que sea posible.

✓ **PEEP:** Comenzar 5. Normalmente entre 5-10. Individualizar. PEEP extrínseca no $>$ 80%AutoPEEP.

✓ **Trigger:** 3l/min.

✓ **Relación I:E:** 1:2 ó 1:3.

✓ **Tiempo plateau (T pausa):** 20-30%, así saldrá la **Presión plateau o meseta en valores.**

OBJETIVO: PIP 20-25, Pmeseta 10-15, evitar >30-35. Minimizar AUTOPEEP


SUMMA 112

Modalidad Asistida controlada por Presión Control (PC):

Figura 7. Programación Presión Control ventilador Oxylog 3000 plus.

Fuente: Curso Ventilación Mecánica de la Comisión Ventilación SUMMA 112.

PATOLOGÍA OBSTRUCTIVA **SUMMA 112**
PROGRAMACIÓN

ASISTIDA CONTROLADA POR PRESIÓN

✓ **FR:** 10-12. Modificar según EtCO₂ y/o VM deseado.

✓ **Pmax:** 30-35 mBar. **(ALARMA)**

✓ **FiO₂** comenzar 100%. Ajustado para SpO₂ ≥ 92%. Objetivo FiO₂ < 60%.

✓ **PEEP:** Comenzar 5. Normalmente entre 5-10. Individualizar. PEEP extrínseca no > 80% AutoPEEP.

✓ **P inspiratoria:** Comenzar 20-25.

✓ **Trigger:** 3l/min.

✓ **Relación I:E:** 1:2 ó 1:3.

OBJETIVO: VT bajos 6-8 ml/kg con P insp (PIP) < 30-35. Minimizar AUTOPEEP

SUMMA 112

Estrategias para prevenir y tratar la AutoPEEP

- Mejorar la obstrucción bronquial con el tratamiento broncodilatador adecuado.
- Aumentar el tamaño del tubo endotraqueal.
- Aumentar el tiempo espiratorio:
 - ▶ Disminuyendo la Frecuencia respiratoria.
 - ▶ Relación I:E de 1:3-1:5.
 - ▶ Poco beneficio si tiempo espiratorio es > 4sg.
- Disminuir el VT. Hiper-capnia permisiva.

Pediatría:

[Ver capítulo](#)

COVID 19:

[Ver capítulo](#)



Tipos de ventiladores en el SUMMA 112 y sus modalidades ventilatorias

Índice de capítulo

OXYLOG 3000 plus®. DRÄGER	316
OXYLOG 3000®. DRÄGER	317
HAMILTON T1®. HAMILTON MEDICAL	318
FABIAN nCPAP evolution®. ACUTRONIC	320
PNEUPAC VR1. Smiths Medical	321

Tipos de ventiladores en el SUMMA 112 y sus modalidades ventilatorias

Marta Platas Hernando

Ana Torres Poza

De manera resumida queremos presentar las modalidades de ventilación mecánica que nos aportan cada uno de los ventiladores que tenemos en el SUMMA 112.

OXYLOG 3000 plus®. DRÄGER

Este es el modelo de ventilador que se encuentra disponible en este momento en todos los recursos avanzados del SUMMA 112 (Soporte vital avanzado, Vehículos de Intervención Rápida y Helicópteros sanitarios).

- **VC-CMV.** (*Volume Controlled - Controlled Mandatory Ventilation*). Ventilación controlada por volumen

- **VC-AC.** (*Volume Controlled - Assisted Control*). Ventilación asistida/controlada por volumen.
- **VC-SIMV.** (*Volume Controlled Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation*). Ventilación mandatoria Intermittente controlada por volumen.
- **PC-BIPAP.** (*Pressure Controlled -Bilevel Positive Airway Pressure*). Presión Control - Presión positiva en la vía aérea con dos niveles de presión obligados.
- **NIV.** (*Non Invasive Ventilation*). Ventilación no Invasiva. Puede ajustarse en los modos de ventilación por presión BiPAP y CPAP, y en los modos regulados por volumen con Autoflow.
 - ▶ **Spn-CPAP.** (*Spontaneous Continuous Positive Airway Pressure*). Presión positiva continua en la vía aérea.

Imagen 1. Ventilador Oxylog 3000 plus®.

Fuente: Comisión de Ventilación del SUMMA112



OXYLOG 3000®. DRÄGER

En el SUMMA 112 este modelo de ventilador lo podemos encontrar, aunque no es lo habitual, en alguno de los Soportes Vitales Avanzados terrestres del SUMMA 112.

Imagen 2. Ventilador Oxylog 3000®.

Fuente: oxylog 3000 - Bing images



- **IPPV** (*Intermittent Positive Pressure Ventilation*). Ventilación controlada por volumen.
- **SIPPV** (*Synchronized Intermittent Positive Pressure Ventilation*). Ventilación controlada/asistida por volumen.
- **SIMV** (*Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation*). Ventilación mandatoria intermitente, controlada por volumen.
- **BIPAP** (*Bilevel Positive Airway Pressure*). Presión positiva en la vía aérea con dos niveles de presión obligados.
- **NIV** (*Non Invasive Ventilation*). Ventilación no invasiva. Puede ajustarse en todos los modos de ventilación por presión, BiPAP y CPAP, con o sin soporte.
 - ▶ **CPAP** (*Continuous Positive Airway Pressure*). Presión positiva continua en la vía aérea.

HAMILTON T1®. HAMILTON MEDICAL

Este es el modelo de ventilador que se encuentra disponible en la incubadora neonatal ubicada en la base de las Rozas para los traslados aéreos que realiza el SUMMA 02.

Imagen 3: Ventilador Hamilton.

Fuente Hamilton ventilador - Bing images



- **(S)CMV+/APVcmv.** (*Controlled Mandatory Ventilation/ Adaptive Pressure Ventilation*). Ventilación sincronizada controlada/asistida por presión con volumen objetivo.
- **PVC+.** (*Pressure controlled ventilation*). Ventilación controlada/asistida por presión.
- **SIMV+/APVsimv.** (*Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation/Adaptive Pressure Ventilation*). Ventilación mandatoria intermitente sincronizada, ciclada por presión con volumen objetivo.
- **PSIMV+.** (*Pressure Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation*). Ventilación mandatoria intermitente sincronizada, controlada por presión.
- **ESPONT:** Ventilación espontánea con presión de soporte, para paciente intubado.
- **DuoPAP.** Doble presión positiva en vía aérea.

- **APRV.** (*Airway Pressure Release Ventilation*). Ventilación con liberación de la presión en vía aérea.
- **ASV.** (*Adaptive Support Ventilation*). Ventilación asistida adaptable, ajusta la ventilación a la mecánica pulmonar y al esfuerzo del paciente.
- **NIV.** (*Non Invasive Ventilation*). Ventilación no invasiva. Compensa fugas.
 - ▶ **NIV-ST.** (*Spontaneous/timed Non Invasive Ventilation*). Ventilación no invasiva temporizada, combina ventilaciones reguladas por presión y espontáneas. Compensa fugas.
 - ▶ **nCAP.** (*Continuous Positive Airway Pressure*). Presión positiva continua en la vía aérea para neonatos a través de interfase.
 - ▶ **nCPAP-PC.** (*Continuos Positive Airway Pressure-Pressure Control*). Presión positiva continua en la vía aérea para neonatos a través de interfase, combinada con ventilaciones programadas por presión.

FABIAN nCPAP evolution[®]. ACUTRONIC.

Este modelo de ventilador se encuentra en la incubadora neonatal del SUMMA 112 para realizar traslados terrestres.

- **IPPV.** (*Intermittent Positive Pressure Ventilation*). Ventilación controlada por presión.
- **SIPPV.** (*Synchronized Intermittent Positive Pressure Ventilation*). Ventilación controlada/asistida por presión.
- **NIPPV.** (*Nasal Intermittent Positive Pressure Ventilation*).
- **SIMV.** (*Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation*). Ventilación mandatoria intermitente, controlada por presión.
- **SIMV+ PSV.** (*Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation + Pressure Support Ventilation*). Ventilación mandatoria intermitente + presión de soporte.

- **CPAP.** (*Continuous Positive Airway Pressure*). Presión positiva continua en la vía aérea.
- **NCPAP.** (*Continuous Positive Airway Pressure*). Presión positiva continua en la vía aérea no invasiva.
- **DuoPAP.** *Doble presión positiva en vía aérea.*
- **O₂ Therapy.** *Oxigenoterapia de alto y bajo flujo.*

Imagen 4: Ventilador Fabian nCPAP evolution.

Fuente:FABIAN nCPAP evolution®. ACUTRONIC. - Bing images



PNEUPAC VR1. Smiths Medical

Este modelo de ventilador se encuentra en este momento en todos los recursos avanzados del SUMMA 112 (Soporte vital avanzado, Vehículos de Intervención Rápida y Helicópteros sanitarios).

- **AUTO** (*Automatic Mode*). Modo automático controlado por volumen con ratio volumen corriente/frecuencia respiratoria prefijado.

- **MAN** (*Manual Mode*). Ventilación manual con volumen prefijado.

Imagen 5: Pneupac VR1.

Fuente: Comisión de Ventilación del SUMMA 112





Farmacología básica en pacientes ventilados

Índice de capítulo

Vía de administración:	325
Composición química:	328
Cuadros clínicos específicos:	329
Manejo avanzado de la Vía Aérea	332

Farmacología básica en pacientes ventilados

Beatriz Jimenez Sánchez-Carpio

En este capítulo se realizará un resumen de los diferentes fármacos utilizados en la patología respiratoria que están presentes en la farmacia del SUMMA 112. Para ello os presentamos un conjunto de tablas, cada una de ellas siguiendo uno de los criterios que aparecen a continuación :

- Según **vía de administración**.
- **Composición química** (Corticoides). Este grupo merece un apartado dada la elevada frecuencia de su uso.
- **Cuadros clínicos específicos**.
- **Fármacos para el manejo avanzado de la vía aérea**.

Vía de administración:

Tabla 1. Inhalados (en cámara espaciadora)

Nombre genérico	Salbutamol	Ipratropio Bromuro
Nombre comercial	Ventolín®	Atrovent®
Presentación	Salbutamol Aldo Union inhalador 100mcg/puls. 200 dosis	Bromuro de Ipratropio Atro Aldo 20 mcg/puls. 200 dosis
Vía de administración	Vía inhalatoria	Vía inhalatoria
Dosis	<p>Adulto: 2-4 pulsaciones/10 minutos, máximo 12 pulsaciones</p> <p>Niño (hasta 12 años): 2-4 pulsaciones/10 minutos, máximo 10 pulsaciones</p>	<p>Adulto: 2 pulsaciones/8 horas</p> <p>Niño mayor de 12 años: 2 pulsaciones/8 horas</p>
Imagen		

Leyenda: mcg/puls : milicentigramos/pulsación

Tabla 2. Nebulizados (con mascarilla de nebulización)

Nombre genérico	Salbutamol	Ipratropio Bromuro	Budesonida	Adrenalina
Nombre comercial	Ventolín®	Atrovent®	Pulmicort®	Adrenalina
Presentación	Salbuair sol. Inh por nebul. monodosis 5mg /2,5 Salbuair sol. Inh por nebul. monodosis 2,5 mg/2,5	Bromuro de Ipratropio Aldo Union 500mcg/2ml amp. Nebul. Bromuro Ipratropio Aldo Union 250mcg/1ml amp. Nebul.	Budesonida Aldo-Union amp. susp nebul 0,5 mg/ml, 2 ml	Adrenalina B. Braun 1mg/ml
Vía de administración	Vía inhalatoria	Vía inhalatoria	Vía inhalatoria	Vía inhalatoria
Dosis	Adulto: 2,5 mg/30 minutos hasta 3 veces pudiendo aumentar hasta 10 mg/1-4 h De forma continua hasta 10-15 mg/hora Niño: Mínimo 2,5 mg/20 minutos hasta 3 veces De forma continua 0,15-0,30 mg/kg (hasta máximo de 10 mg)/1-4 horas	Adulto: 500 microgr/8 h, máximo 2 mg/24 horas Niño: 0-5 años: 250 microgr/8 horas, máximo 1 mg/24 horas 6-12 años: 125-250 microgr/8 horas, máximo 1 mg/24 horas >12 años: igual que en adulto	Adulto: 0,5-2 mg/24 horas, repartido en 2 dosis Asma grave: 800 microgr/20 minutos Niño > 6 meses: 0,25-1 mg/24 horas (hasta 2 mg/24 horas si gravedad) Asma grave: 800 micgogr/30 minutos Laringitis aguda: dosis única de 2 mg	Adulto/Niño: 0,5 mg/kg/dosis (máximo 5 mg)
Imagen				

Leyenda: Sol.: solución, inh. : inhalación, nebul. :nebulización, mg: miligramo, kg: kilogramo, mcg: milicentigramo, ml: mililitro, microgr: microgramo, amp: ampolla, susp.: suspensión.

Tabla 3. Otras vías de administración (oral y parenteral)

Nombre genérico	Adrenalina	Atropina, sulfato	Sulfato de Magnesio	Hidroxi-cobalamina	Salbutamol
Nombre comercial	Adrenalina	Atropina	Sulmetín®	Cyanokit®	Ventolín®
Presentación	Adrenalina B. Braun 1mg/ml	Atropina B. Braun 1mg/ml	Sulmetín® simple 150mg/ml	Envase 5 g	Ventolín® amp. 0,5 mg/ml
Vía de administración	IV/IM/SC	IV/IM/SC	IV	IV	IV/SC/IM
Dosis	<p>IM/SC: Adulto: 0,4 mg, Niño: 0,3-0,5 mg</p> <p>IV:</p> <p>Adulto:</p> <p>Bolo: 0,005-0,01 mg/kg (1 ampolla + 9 ml SF bolos de 3-5 ml/15-20 minutos). Perfusión: 1 ampolla en 100 ml SF en perfusión a 6-60 ml/hora.</p> <p>Niño:</p> <p>Bolo: 0,01 mg/kg cada 15 minutos hasta máximo de 3 dosis (1 ampolla + 9 ml SF: bolos de 0,1 ml/kg -mínimo 0,1 mg y máximo 0,3 mg). Perfusión: 1-10 microgr/min: 3 ampollas en 250 ml SF a velocidad 5 ml/hora e ir aumentando 5 ml/hora/5 minutos si precisa.</p>	<p>Adulto:</p> <p>0,6-1 mg.</p> <p>Niño:</p> <p>0,01-0,02 mg/kg (mínimo 0,1 mg y máximo 1 mg).</p>	<p>Adulto:</p> <p>1-2 gr en bolo lento.</p> <p>Niño:</p> <p>25-50 mg/kg en 1-2 minutos/ 5-10 minutos hasta máximo de 2 g.</p>	<p>Adulto:</p> <p>5 g (70 mg/kg)</p> <p>Niño:</p> <p>70 mg/kg</p>	<p>Adulto:</p> <p>IV: 4 microgr/kg ó 250 microgr (1/2 ampolla) IM o SC: 8 microgr/kg o 500 microgr (1 ampolla)</p> <p>Niño (> 12 años):</p> <p>igual dosis que en adulto.</p>
Imagen					

Leyenda: mg: miligramo, ml: mililitro, IV: intravenoso, IM: intramuscular; SC: subcutáneo, kg: kilogramo, SF: suero fisiológico, mcg: milicentigramo, microgr: microgramo, min: minuto, g: gramo.

Composición química:

Tabla 4. Corticoides

Nombre genérico	Hidrocortisona	Metilprednisolona	Prednisona	Prednisolona
Nombre comercial	Actocortina®	Urbason®	Dacortin®	Estilsona®
Presentación	Actocortina® vial 100mg	Urbasón amp. 40mg Urbasón amp. 20mg Solu-Moderín vial 1g	Dacortin comp. 30mg	Estilsona 7mg/ml
Vía de administración	IV/IM	IV/IM	VO	VO
Dosis	Adulto: 100-500 mg hasta máximo 50-100 mg/kg ó 6 g/24 h bolo lento. Niño: 4-8 mg/kg <1 año: 25 mg 1-5 años: 50 mg 6-12 años: 100 mg	Adulto: 1-2 mg/kg. Niño: 1-2 mg/kg hasta máximo de 60 mg/24 h.	Adulto: 20-60 mg/24 horas en dosis única. Niño: 0,05-2 mg/kg/24 horas repartidos/8 horas.	Niño: 1-2 mg/kg/24 horas ó 3-6 gotas/kg/12 horas
Imagen				

Leyenda: mg: miligramo, ml: mililitro, IV: intravenoso, IM: intramuscular; VO: vía oral, kg: kilogramo, mcg: milicentigramo,, microgr: microgramo, min: minuto, g:gramo.

Cuadros clínicos específicos:

Tabla 5. Fármacos empleados en la Insuficiencia Cardíaca/EAP

Nombre genérico	Nombre comercial	Presentación	Vía	Dosis	
Furosemida	Seguril®	Furosemida 20mg/2ml Seguril® comp. 40mg	IV/ IM VO	Adulto: 20-40 mg bolo lento Niño: 1 mg/kg hasta máximo 20 mg/24 h	
Nitroglicerina	Solinitrina®	Solinitrina gg. 0,8mg Solinitrina comp. 0,4mg Trinispray 0,4mg/puls. 200 puls. Solinitrina Forte amp. 50mg/10ml	VO/ SL/ IV	Adulto: 5-10 microgr/min (0,3-0,6 mg/h) y aumentar 5 microgr/min cada 3-5 minutos. Dilución: 1 ampolla de 50 mg en 240 ml SG 5% (200 microgr/ml) a velocidad de 5 ml/hora e ir aumentando 2 ml/hora cada 3-5 minutos	
Noradrenalina	Noradrenalina	Noradrenalina Normon 1mg/ml	IV	Tabla de dosificación específica (4.1)	
Dopamina	Dopamina	Dopamina cloridato 40mg 200mg/5ml	IV	Adulto: Tabla de dosificación específica (4.2) Niño: 5 ml/h e ir aumentando de 5 en 5 ml/h de las diluciones: Regla del 3: 3 mg/kg en 50 ml SG 5% o SF Regla del 6: 6 mg/kg en 100 ml SG 5% o SF	
Dobutamina	Dobutamina	Dobutamina Hospira amp. 250mg 12,5mg/ml	IV	Tabla de dosificación específica (4.3)	
Digoxina	Digoxina	Digoxina 0,25mg/ml 0,5mg/2ml	IV	Adulto: 0,25-1 mg en bolo lento Niño: 2 sem-5 años: 35 microgr/kg/24 horas 5-10 años: 25 microgr/kg/24 horas (la mitad en una primera dosis y el resto en otras 2 dosis)	
Morfina hidrocloreuro	Morfina	Morfina B. Braun 10mg/ml.	IV/ IM/ SC	Adulto: 5-10 mg en bolo lento Niño: 0,1-0,2 mg/kg bolo lento	

Leyenda: mg: miligramo, ml: mililitro, IV: intravenoso, IM: intramuscular, VO: vía oral, SL: sublingual, SC: subcutánea, gg: grageas, comp.: comprimidos, puls.: pulsaciones, amp.: ampolla, kg: kilogramo, mcg: milicentigramo, microgr: microgramo, min: minuto, g: gramo, h: hora, SF: suero fisiológico, SG5%: suero glucosado al 5%, sem.: semanas.

Tabla 6.1. Dosificación de NORADRENALINA

Fuente: Servicio de Farmacia del SUMMA 112.

ADULTOS:

CÁLCULOS EN NORADRENALINA BITARTRATO										
Peso (kg)	Dosis (mcg NA BT/Kg/min)									
	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2	
	ml/h solución 200 mcg NA BT/ml (1 amp/40 ml SG)									
40	2,4	4,8	7,2	9,6	12	14,4	18	21,6	24	
45	2,7	5,4	8,1	10,8	13,5	16,2	20,3	24,3	27	
50	3	6	9	12	15	18	22,5	27	30	
55	3,3	6,6	9,9	13,2	16,5	19,8	24,8	29,7	33	
60	3,6	7,2	10,8	14,4	18	21,6	27	32,4	36	
65	3,9	7,8	11,7	15,6	19,5	23,4	29,3	35,1	39	
70	4,2	8,4	12,6	16,8	21	25,2	31,5	37,8	42	
75	4,5	9	13,5	18	22,5	27	33,8	40,5	45	
80	4,8	9,6	14,4	19,2	24	28,8	36	43,2	48	
85	5,1	10,2	15,3	20,4	25,5	30,6	38,3	45,9	51	
90	5,4	10,8	16,2	21,6	27	32,4	40,5	48,6	54	
95	5,7	11,4	17,1	22,8	28,5	34,2	42,8	51,3	57	
100	6	12	18	24	30	36	45	54	60	

NIÑOS:

CÁLCULOS EN NORADRENALINA BITARTRATO										
Peso (kg)	Dosis (mcg NA BT/Kg/min)									
	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2
	ml/h solución 100 mcg NA BT/ml (media amp./45 ml SG)									
3	0,2	0,4	0,72	1,08	1,44	1,8	2,16	2,7	3,24	3,6
4	0,2	0,5	0,96	1,44	1,92	2,4	2,88	3,6	4,32	4,8
5	0,3	0,6	1,2	1,8	2,4	3	3,6	4,5	5,4	6
6	0,4	0,7	1,44	2,16	2,88	3,6	4,32	5,4	6,48	7,2
7	0,4	0,8	1,68	2,52	3,36	4,2	5,04	6,3	7,56	8,4
8	0,5	1	1,92	2,88	3,84	4,8	5,76	7,2	8,64	9,6
9	0,5	1,1	2,16	3,24	4,32	5,4	6,48	8,1	9,72	10,8
10	0,6	1,2	2,4	3,6	4,8	6	7,2	9	10,8	12
15	0,9	1,8	3,6	5,4	7,2	9	10,8	13,5	16,2	18
20	1,2	2,4	4,8	7,2	9,6	12	14,4	18	21,6	24
25	1,5	3	6	9	12	15	18	22,5	27	30
30	1,8	3,6	7,2	10,8	14,4	18	21,6	27	32,4	36
35	2,1	4,2	8,4	12,6	16,8	21	25,2	31,5	37,8	42
40	2,4	4,8	9,6	14,4	19,2	24	28,8	36	43,2	48
45	2,7	5,4	10,8	16,2	21,6	27	32,4	40,5	48,6	54

Tabla 6.2. Dosificación de DOBUTAMINA

Fuente: Servicio de Farmacia del SUMMA 112.

PESO (kg)	DOSIS (mcg/Kg/min)								
	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	25
ml/h de una solución de concentración 1mg/ml									
40	6	12	18	24	30	36	42	48	60
45	7	14	20	27	34	41	47	54	68
50	8	15	23	30	38	45	53	60	75
55	8	17	25	33	41	50	58	66	83
60	9	18	27	36	45	54	63	72	90
65	10	20	29	39	49	59	68	78	98
70	11	21	32	42	53	63	74	84	105
75	11	23	34	45	56	68	79	90	113
80	12	24	36	48	60	72	84	96	120
85	13	26	38	51	64	77	89	102	128
90	14	27	41	54	68	81	95	108	135
95	14	29	43	57	71	86	100	114	143
100	15	30	45	60	75	90	105	120	150

Tabla 6.3. Dosificación de DOPAMINA

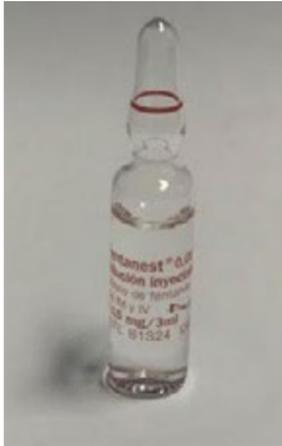
Fuente: Servicio de Farmacia del SUMMA 112.

PESO (kg)	DOSIS (mcg/Kg/min)								
	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	25
ml/h de una solución de concentración 800mcg/m									
40	8	15	23	30	38	45	53	60	75
45	8	17	25	34	42	51	59	68	84
50	9	19	28	38	47	56	66	75	94
55	10	21	31	41	52	62	72	83	103
60	11	23	34	45	56	68	79	90	113
65	12	24	37	49	61	73	85	98	122
70	13	26	39	53	66	79	92	105	131
75	14	28	42	56	70	84	98	113	141
80	15	30	45	60	75	90	105	120	150
85	16	32	48	64	80	96	112	128	159
90	17	34	51	68	84	101	118	135	169
95	18	36	53	71	89	107	125	143	178
100	19	38	56	75	94	113	131	150	188

Manejo avanzado de la Vía Aérea

Se agrupan en tres tipos de fármacos bien diferenciados:

Tabla 7. Analgésicos

Nombre genérico	Morfina hidrocloruro	Fentanilo	Ketamina hidrocloruro	Hidrocloruro de Petidina
Nombre comercial	Morfina	Fentanest®	Ketolar®	Dolantina®
Presentación	Morfina B. Braun 10mg/ml.	Fentanest® amp. 0,15mg/3ml	Ketola® r vial 50mg/1ml	Dolantina® 100mg/2ml
Vía	IV/IM/SC	IV/IM	IV/IM	IV/IM/SC
Dosis	Adulto: 0,1-0,2 mg/kg bolo lento Niño: 0,1-0,2 mg/kg bolo lento	Adulto: 1-2 microgr/kg bolo lento Niño: 1-5 microgr/kg bolo lento	Adulto: VIV: 1-2 mg/kg bolo lento VIM: 4-5 mg/kg VIM Perfusión: 0,7-3 mg/kg/hora Niño: 1-2 mg/kg bolo lento	Adulto: 1-2 mg/kg bolo lento Niño: 1-2 mg/kg bolo lento
Imagen				

Leyenda: mg: miligramo, ml: mililitro, IV: intravenoso, IM: intramuscular, SC: subcutánea, kg: kilogramo, amp.: ampolla, microgr: microgramo, min: minuto, g:gramo.

Tabla 8. Sedantes-hipnóticos

Nombre genérico	Etomidato	Midazolam	Propofol	Fenobarbital
Nombre comercial	Hypnomidate®	Midazolam	Propofol	Luminal®
Presentación	Hypnomidate® amp 20mg/10ml	Midazolam Serra 5mg/ml Midazolam Sala 15mg/3ml	Propofol Lipuro 10mg/ml 1 vial de 50ml	Luminal® amp. 200mg/1ml
Vía	IV	IV/IM/Inh/Rectal	IV	IV/IM
Dosis	<p>Adulto: 0,3 mg/kg bolo lento (anciano 0,15-0,20 mg/kg)</p> <p>Niño: 0,2 mg/kg bolo lento</p>	<p>Adulto: 0,1-0,4 mg/kg (>60 años: 0,1-0,2 mg/kg)</p> <p>Niño: 0,2 mg/kg bolo lento</p>	<p>Adulto: <55 años: 40 mg/10 min hasta máximo 1,5-2,5 mg/kg >55 años: 20 mg/10 min hasta máximo 1-1,5 mg/kg Mantenimiento: 4-12 mg/kg/h</p> <p>Niño: NO en < 1 mes...!!! >8 años: 2,5 mg/kg bolo lento (30 seg) <8 años: 3 mg/kg bolo lento (30 seg) Mantenimiento: 9-15 mg/kg/h</p>	<p>Adulto: 15-20 mg/kg hasta máximo 1000 mg</p> <p>Niño: 20 mg/kg y repetir a los 15 min hasta máximo 40 mg/kg</p>
Imagen				

Leyenda: amp.: ampolla, mg: miligramo, ml: mililitro, kg: kilogramo, IV: intravenoso, IM: intramuscular, inh: inhalado, mcg: milicentigramo, microgr: microgramo, min: minuto, seg: segundo, h: hora.

Tabla 9. Relajantes Neuromusculares

Nombre genérico	Suxametonio cloruro	Rocuronio
Nombre comercial	Anectine®	Rocuronio®
Presentación	Anectine amp. 50mg/ml 100mg/2ml	Rocuronio amp. 10mg/ml 50mg/5ml
Vía de administración	IV/IM	IV
Dosis	Adulto: 1 mg/kg bolo Niño: 1-2 mg/kg bolo	Adulto: 0,6-1,2 mg/kg bolo +/- dosis de 0,15 mg/kg bolo Niño: 0,6-1 mg/kg bolo +/- dosis 0,15 mg/kg bolo Perfusión: 0,3-0,4 mg/kg/h.
Imagen		

Leyenda: amp.: ampolla, mg: miligramo, ml: mililitro, IV: intravenoso, IM: intramuscular, kg: kilogramo, h: hora.

Bibliografía

1. María Arántzazu Menchaca Anduaga, Ángel Huerta Arroyo, José Carlos Cerdeira Varela, Pedro Martínez Tenorio. Guía farmacoterapéutica y de administración de medicamentos del SUMMA 112. 2013. Internet [consulta 28/11/2021. Disponible en: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM017720.pdf>
2. Comité Clínico asistencial del SESCAM. Farmacológica en emergencias de la GUETS del SESCAM. 2011. [Consultado 28/11/21]. Disponible en: [Guia Asistencial Guets 2011 - VSIP.INFO](#)
3. Canabal Berlanga R, Pastor Pons G, García Medina E, Gómez Blanco S, Fernández Gallego V, Hernandez Corral J et al. Comité Clínico asistencial del SESCAM. Guía asistencial de Urgencias y Emergencias extrahospitalarias. 2011 1ª edición del SESCAM. Internet. [Consultado el 28/11/21]. Disponible en: [Guia Asistencial Guets 2011 - VSIP.INFO](#)
4. Gerencia de Emergencias Sanitarias de Castilla y León. SACYL. Manual de Actuación Clínica en las Unidades Medicalizadas de Emergencias del SACYL. 2019. Internet. [Consultado 28/11/21]. Disponible en: [Manual de actuación clínica en las Unidades Medicalizadas de Emergencia | Profesionales \(saludcastillayleon.es\)](#)



Terminología

Terminología

Óscar Carrillo Fernández

A

ADH: Hormona Antidiurética

AMBU: Airway Mask Bag Unit

ASB o Assisted Spontaneous Breathing: Presión de soporte, puede ajustarse en SIMV, BiPAP y CPAP.

ASV o Adaptive Support Ventilation: Ventilación asistida adaptable, ajusta la ventilación a la mecánica pulmonar y esfuerzo del paciente.

APRV o Airway Pressure Release Ventilation: Ventilación con liberación de la presión en vía aérea.

AUTO o **Automatic Mode**: Modo automático controlado por volumen con ratio volumen corriente/frecuencia respiratoria pre-fijado utilizado en el ventilador FABIAN nCPAP evolution. ACU-TRONIC®.

Autoflow: Ventilación controlada por presión con volumen constante. Puede programarse en VC-CMV, VC-AC o SIMV. Garantiza un volumen corriente entregando el gas con flujo decelerante. Modalidad que aparece en el ventilador Oxilog 3000® y 3000 plus®.

AutoPEEP: tendencia al colapso de la vía aérea en bronquiolos terminales que evitan la salida del aire del alveolo, de forma que se genere atrapamiento aéreo. A medida que aumenta este atrapamiento, de forma dinámica, se produce el fenómeno conocido como hiperinsuflación dinámica.

Atelectrauma: daño por apertura y cierre de alveolos colapsados por mal ajuste de la PEEP.

Apnea: pausa o suspensión de la respiración.

Aislamiento de la vía aérea: consiste en aislar la vía aérea a través de un dispositivo adecuado para ello, para aplicar una presión positiva a través de ventilación manual o mecánica.

B

Barotrauma: daño provocado por cambios barométricos, es decir, de la presión del aire o del agua.

Biotrauma: respuesta inflamatoria grave producida en los pulmones de los pacientes que respiran por medio de un ventilador mecánico durante un largo período de tiempo.

BiPAP o **Bilevel Positive Airway Pressure**: Presión positiva en la vía aérea con dos niveles de presión obligados.

BURP: Backward Upward Rightward Pressure. Desplazamiento de la vía aérea hacia atrás, arriba y hacia la derecha, mediante una maniobra externa de movilización del cartílago tiroides. Mejora así la visualización de la glotis durante la intubación orotraqueal.

C

Capnometría: es la medida del dióxido de carbono (CO_2) en la vía aérea de un paciente durante su ciclo respiratorio.

Capnografía: es la representación “gráfica” de la medida de la PCO_2 en función del tiempo, incluye la CO_2 al final de la espiración (EtCO_2), el CO_2 inspirado y el capnograma.

Capnograma: es la representación gráfica de la onda de CO_2 durante el ciclo respiratorio.

Capnógrafo: aparato que representa gráficamente la onda de CO_2 así como su representación numérica.

Compliance: distensibilidad o volumen con el que se expanden los pulmones por cada aumento de presión transpulmonar.

CV-Capacidad Vital. Volumen total de aire que puede movilizar una persona. 4,5-4,8 litros.

CRF-Capacidad Residual funcional: Supone aire no movilizable después de una respiración normal. Esto es fundamental mejorar la oxigenación del paciente. Se obtiene de la suma del volumen de reserva respiratorio y el volumen residual. Es de 2,2 L.

CPT-Capacidad pulmonar total: volumen movilizable junto con el no movilizable. Es de 5,7-6 litros.

CO: monóxido de carbono.

CO_2 : dióxido de carbono.

CPAP o **Continuous Positive Airway Pressure:** Presión positiva continua en la vía aérea.

D

Disnea: síntoma *subjetivo* del paciente que describe como falta de aire. Percepción de mayor trabajo respiratorio, que se instaura en un periodo breve de tiempo. No se puede medir, pero se puede clasificar en grados.

DSG: Dispositivo Supraglótico.

DuoPAP :Doble presión positiva en vía aérea.

E

EAP: Edema Agudo de Pulmón.

ECMO: Oxigenación por membrana extracorpórea.

ETCO₂: concentración máxima de dióxido de carbono espirado durante un ciclo respiratorio.

EPAP: presión positiva espiratoria en vía aérea.

EPI: equipo de protección individual.

EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

F

FiO₂: fracción inspirada de O₂.

G

GC: Gasto Cardíaco.

GCI: Glucocorticoide inhalado.

H

HME: Filtro intercambiador calor-humedad.

I

Intervalo I:E: Intervalo inspiración y espiración.

IPAP: Presión Positiva Inspiratoria.

IPPV o Intermittent Positive Pressure Ventilation: Ventilación con presión positiva intermitente. Ventilación controlada por volumen.

Indice SaFI o cociente SpO₂/FiO₂: saturación de O₂ / fracción inspirada de O₂. Accesible en el medio extrahospitalario a través

de la pulsioximetría. Cuando es < 327 se traduce en una insuficiencia respiratoria aguda grave.

Indice PaFI o cociente PaO₂/FiO₂: presión parcial de oxígeno en sangre arterial/ fracción inspirada de O₂. No es accesible en nuestro medio extrahospitalario al no poder realizar gasometrías.

Interface o interfaz: mascarilla utilizada en ventilación no invasiva para aplicar una presión positiva en el paciente consciente, desde un ventilador mecánico.

L

LABA: broncodilatadores de acción larga agonista beta 2 adrenérgicos.

LAMA: broncodilatadores de acción larga anticolinérgicos.

M

MLF: Mascarilla Laringea tipo Fastrach.

Mascarilla FPP2: mascarillas que filtran, al menos el 94 % de las partículas presentes en el aire. Son utilizadas para evitar la inhalación de aerosoles.

Mascarilla FPP3: mascarillas que filtran el 99 % de las partículas presentes en el aire. Son utilizadas para evitar la inhalación de microorganismos y virus.

N

NAVA: Neumonía Asociada Al Ventilador.

NCPAP: Presión positiva continua en la vía aérea no invasiva.

Normoxemia: concentración normal de Oxígeno en sangre.

NIV o *Non Invasive Ventilation*: Ventilación no Invasiva. Puede ajustarse en los modos de ventilación por presión BiPAP y CPAP, y en los modos regulados por volumen con Autoflow. Modalidad

que aparece en ventilador 3000, 3000 plus® y FABIAN nCPAP evolution. ACUTRONIC®.

NAV o neumonía asociada al ventilador: neumonía producida en los pulmones de los pacientes que respiran por medio de un ventilador mecánico durante un largo período de tiempo.

NIPPV: Nasal Intermittent Positive Pressure Ventilation. Ventilación Intermittente Nasal con Presión Positiva.

O

O₂: oxígeno

Oxigenación: entrada de oxígeno a los alvéolos, de ahí va la sangre, a los órganos y células del organismo. Depende del número de alvéolos funcionales abiertos que hacen el intercambio y oxigenan la sangre.

P

PaO₂: presión parcial de oxígeno,

PO₂: presión parcial de oxígeno.

PCO₂: presión parcial de dióxido de carbono.

PCR: Parada Cardiorespiratoria.

PEEP: “*Positive end-expiratory pressure*”. Presión positiva al final de la espiración.

PIC: presión intracraneal.

PNA: Péptico Natriurético Atrial.

Psop o presión de soporte: forma de ventilación asistida, limitada a presión y ciclada por flujo, en la que el paciente dispara el ventilador respiración a respiración. La presión de soporte es la diferencia entre la IPAP y la PEEP.

PPC: presión perfusión cerebral.

Pplat: Presión Plateau.

Pulsioximetría: determinación del porcentaje de saturación de oxígeno de la hemoglobina en sangre. Mide la oxigenación.

PC-BIPAP o *Pressure Controlled - Bilevel Positive Airway Pressure*: Presión Control - Presión positiva en la vía aérea con dos niveles de presión obligados. Modalidad que aparece en ventilador 3000 plus®.

R

RCP: Reanimación Cardiopulmonar.

RCPa: Reanimación Cardiopulmonar avanzada.

RCPb: Reanimación Cardiopulmonar básica.

ROSC: Retorno de la Circulación Espontánea.

Rpm: respiraciones por minuto.

S

SABA : broncodilatadores de acción corta agonistas beta 2 adrenérgicos.

SAMA: broncodilatadores de acción corta anticolinérgicos.

SARS CoV2: Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2. Síndrome respiratorio agudo severo causado por el Coronavirus tipo 2.

SDRA: Síndrome de Distress Respiratorio Agudo.

Shunt o cortocircuito: sangre venosa que llega al sistema arterial sin pasar por los alvéolos, sólo en zonas bien perfundidas, favoreciendo a la hipoxia.

SiADH: Síndrome secreción insuficiente de hormona antidiurética.

SIPPV o *Synchronized Intermittent Positive Pressure Ventilation*: Ventilación con presión positiva intermitente sincronizado a las respiraciones del paciente. Ventilación controlada/asistida por volumen. Modalidad que aparece en el ventilador oxilog 3000® y 3000 plus®.

SIMV o *Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation*: Ventilación mandatoria intermitente, controlada por volumen. Modalidad que aparece en el ventilador oxilog 3000® y 3000 plus®.

Terminología

SpO₂: saturación de oxígeno capilar periférica.

Spn-CPAP o **Spontaneous Continuous Positive Airway Pressure**: Presión positiva continua en la vía aérea. Modalidad que aparece en el ventilador Oxilog 3000® y 3000 plus®.

SVA: Soporte Vital Avanzado.

SVB: Soporte Vital Básico.

SRNI: Dispositivo de Soporte Respiratorio No Invasivo.

SRI: Secuencia Rápida de Intubación.

T

TA: Tensión Arterial.

TAD: Tensión Arterial Diastólica

TAS: Tensión Arterial Sistólica.

TCE :: Traumatismo Craneoencefálico.

TET: Tubo Endotraqueal.

TAFCN:Terapia de alto flujo con cánulas nasales y humidificación activa.

U

UVI móvil: Unidad de Vigilancia Intensiva en movimiento

V

VM: ventilación mecánica.

VMNI o **VNI**: Ventilación mecánica no invasiva.

VMI: Ventilación mecánica invasiva.

Ventilador mecánico: aparato que entrega gas con presión positiva, mediante válvulas o turbinas.

Ventilación: segunda fase del ciclo respiratorio. Mediante la recogida del CO₂ de desecho celular que se produce tras la combustión en la mitocondria del oxígeno y la glucosa en el ciclo de

Krebs. Se transporta desde la célula a la sangre venosa, transportándose al pulmón para ser exhalado, mediante intercambio gaseoso, por difusión en los alvéolos pulmonares.

Ventilación pulmonar: cómo llega el aire al alveolo.

Ventilación alveolar: intercambio gaseoso en el alveolo.

V/Q: ventilación alveolar total dividida por el gasto cardiaco.

VC-CMV o **Volume Controlled- Controlled Mandatory Ventilation:** Ventilación controlada por volumen.

VC-AC o **Volume Controlled- Assisted Control:** Ventilación asistida/controlada por volumen.

VC- SIMV o **Volume Controlled Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation:** Ventilación mandatoria Intermittente, controlada por volumen.

VT: Volumen Tidal o Volumen corriente. Cantidad de aire que se moviliza en cada respiración. Supone 4-8 ml/Kg de peso ideal, generalmente de 350-450 ml.

VR: Volumen Residual. Cantidad de aire que no se moviliza.

VRI: Volumen de reserva inspiratorio. Diferencia de volumen entre una inspiración normal y una forzada. 3 litros.

VRE: Volumen de reserva espiratoria. Diferencia de volumen entre una espiración normal y una forzada.

VR-Volumen residual: cantidad de aire no movilizable. 1,2 litros en el adulto.

VILI o **lesión pulmonar inducida por ventilación mecánica:** similar al Síndrome de Distrés respiratorio agudo en pacientes con pulmón previamente lesionado. En este aumentan las secreciones y se altera el surfactante pulmonar, disminuyendo la compliance.

Volutrauma: sobredistensión de sólo un área por alto volumen.

Manual de Ventilación

en Urgencias y Emergencias
Extrahospitalarias



SUMMA 112