



---

# Manejo avanzado de la vía aérea en situaciones de emergencia

2023

# Manejo avanzado de la vía aérea en situaciones de emergencia

Carlos Oswaldo Guerrero Calderón

Diana Maritza Sánchez Rosero

Henry Nelson Ortiz Abril

Myrian Teresa Hidalgo Tenemaza

Eliecer Ricardo Carvajal Puga

Lorena Elizabeth Castillo Navarrete

Ricardo Sebastian Pinto Villalba

Roque Omar Macías Andrade

Danny Roberto Silva Mejía

Emerson Javier Burbano Ortega

John Miguel Mora Yaguana

Katherine Melisa Játiva Vega

Carlos Antonio Escobar Suárez

Pablo Andrés Dominguez Aguilar

Cristian Patricio Cadena Chalcán

Derechos Reservados 2023

Dirección Editorial: Ramiro Arias Barriga

Editor General: *Carlos Oswaldo Guerrero Calderón Msc. Esp.*

Editorial: Eskeletra Editorial

Email: [eskeletra@hotmail.com](mailto:eskeletra@hotmail.com)

Dirección: Roca 130 y Av. 12 de Octubre, Edf. Gayal. P1. Of. 102

ISBN: XXX-XXXX-XXXX

Primera Edición: 2023



**eskeletra**  
editorial





**TRAIN  
WITH  
US.**

ENTRENAMIENTO PARA SITUACIONES DE EMERGENCIAS Y DESASTRES  
**"PROYECTO CASUS"**

**PROYECTO**  
**"CASUS"**

**ENTRENAMIENTO**  
**PARA SITUACIONES DE**  
**EMERGENCIAS Y DESASTRES**

## **SOBRE EL PROYECTO:**

*El "PROYECTO CASUS", se consolida como una experiencia que se ha ido construyendo con el paso del tiempo de un grupo de profesionales interesados en aportar en la investigación y producción científica con el objetivo de brindar nuevas herramientas académicas que permitan a los profesionales contar con fuentes bibliográficas de alto impacto que contribuyan a mejorar la calidad de los servicios profesionales que cada uno de ellos provee.*

### **Nuestros productos:**

*En relación a la producción de libros académicos, la primera experiencia alcanzada fue en el 2019 con el lanzamiento del libro "Respuesta inicial a emergencias cardiovasculares", " Guía esencial de Medicina Interna en el Primer Nivel de Atención Tomo 1" y hoy en día consolida sus objetivos planteados presentando a la comunidad de profesionales del área de la salud su libro denominado **"MANEJO AVANZADO DE LA VÍA AÉREA EN SITUACIONES DE EMERGENCIA"** anhelando que esta publicación de resultados de investigaciones pueda responder a las necesidades y sugerencias recopiladas por otros profesionales, sin embargo, se debe tomar en cuenta que la evidencia científica cambia a todo momento.*

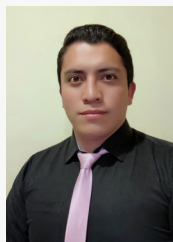
*Otra área que el "Proyecto CASUS", a través de sus miembros a contribuido es la Gestión y Prevención de Riesgos mediante publicaciones indexadas relacionadas a la percepción de los riesgos en instituciones y comunidades, además estudios enfocados en la Salud y Seguridad Ocupacional en docentes universitarios del país,*  
**iii Y VAMOS POR MÁS!!!**

### **Nuestros miembros:**

*El staff de miembros que forman parte de este gran proyecto son profesionales en las áreas de la atención prehospitalaria, gestión de riesgos, política pública, psicología clínica, salud y seguridad ocupacional, gerencia de establecimientos de salud, medicina en las especialidades de emergencias y desastres, ginecología y obstetricia, geriatría, pediatría, entre otros.*

**Msc. Carlos Oswaldo Guerrero Calderón**

## **SOBRE LOS AUTORES**



### **CARLOS OSWALDO GUERRERO CALDERÓN**

0401732631 cogc2393@gmail.com

Lic. en Atención Prehospitalaria y en Emergencias

Magister en Prevención y Gestión de Riesgos

Especialista en Derechos Humanos, Políticas Públicas y Herramientas en contextos de Crisis

Docente, Universidad Central del Ecuador



### **DIANA MARITZA SÁNCHEZ ROSERO**

1750333971 dmsr2510@gmail.com

Lic. en Atención Prehospitalaria y en Emergencias

Magister en Salud y Seguridad Ocupacional con mención en Prevención de Riesgos Laborales

Docente, Universidad Central del Ecuador



### **HENRY NELSON ORTIZ ABRIL**

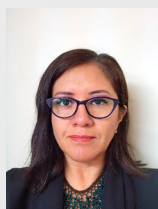
1802991040 otiz77@gmail.com

Psicólogo Clínico

Magister en Gerencia de Servicios Hospitalarios

Docente Titular, Universidad Central del Ecuador

Director de Posgrado, FCDAPD - UCE



### **MYRIAN TERESA HIDALGO TENEMAZA**

1715427454 dramyrianhidalgo@hotmail.com

Doctora en Medicina y Cirugía

Médico especialista en Ginecología y Obstetricia

Docente Titular, Universidad Central del Ecuador

Subdecana, FCDAPD - UCE



### **ELIECER RICARDO CARVAJAL PUGA**

1710216266 eliecer\_carvajal@yahoo.com

Doctor en Medicina y Cirugía

Médico especialista en Emergencias y Desastres

Docente Titular, Universidad Central del Ecuador

Director de la carrera de Atención Prehospitalaria - UCE



### **LORENA ELIZABETH CASTILLO NAVARRETE**

1720210549 lorelicastillo91@gmail.com

Lic. en Atención Prehospitalaria y en Emergencias

Técnico Docente, Universidad Central del Ecuador



### **RICARDO SEBASTIAN PINTO VILLALBA**

1724678030 ricardopinto649@gmail.com

Lic. en Atención Prehospitalaria y en Emergencias

Maestrante en Docencia Universitaria (C)

Diplomado en Transportación Aeromédica y Cuidados Críticos.



### **ROQUE OMAR MACÍAS ANDRADE**

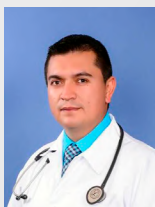
1303986580 romamacias2000@hotmail.com

Doctor en Medicina General y Cirugía

Especialista en Pediatría

Máster sobre Infección por el VIH

Docente Titular, Universidad Central del Ecuador



### **DANNY ROBERTO SILVA MEJÍA**

1803219474 drdannys@hotmail.com

Doctor en Medicina y Cirugía

Especialista en Geriatria Clínica

Magíster en Gestión de los Servicios Hospitalarios

Docente Titular, Universidad Central del Ecuador



### **EMERSON JAVIER BURBANO ORTEGA**

0401504105 ej15bo@hotmail.com

Lic. en Atención Prehospitalaria y en Emergencias

Maestría en Prevención y Gestión de Riesgos (C)

## SOBRE LOS AUTORES

---



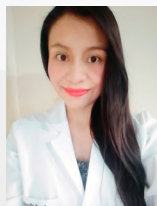
### JOHN MIGUEL MORA YAGUANA

1722330048 johnmoray92@gmail.com

Lic. en Atención Prehospitalaria y en Emergencias

Master Universitario en Prevención de Riesgos Laborales

Docente, Universidad Central del Ecuador y Universidad UTE



### KATHERINE MELISA JÁTIVA VEGA

1723078802 kathyjativa1291@gmail.com

Médica Cirujana

Master Universitario en Prevención de Riesgos Laborales



### CARLOS ANTONIO ESCOBAR SUAREZ

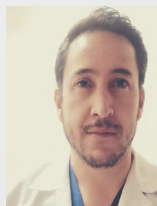
1803608031 caes2050@hotmail.com

Médico, Especialista en Emergencias y Desastres

Especialista en Atención Primaria en Salud

Docente Titular, Universidad Central del Ecuador

PHD en Ciencias de la Salud



### PABLO ANDRÉS DOMINGUEZ AGUILAR

104072160 pablod750@gmail.com

Médico Especialista en Emergencias y Desastres

Docente, Universidad Central del Ecuador



### CRISTIAN PATRICIO CADENA CHALACÁN

0400973251, cristianpatricio532@yahoo.com

Doctor en Medicina General y especialista en Pediatría

Máster en VIH-SIDA, Líder del Servicio de Neonatología, Hospi-

tal Luis G. Dávila, Instructor de Reanimación Neonatal

Docente, Universidad Técnica del Norte

## **AGRADECIMIENTOS**

Extendemos nuestro agradecimiento más sincero a todos aquellos que han aportado en la producción científica y académica en el área de las salud humana y a todos aquellos que contribuyeron para hacer realidad esta producción científica.

A nuestras familias, quienes han sido, son y serán un pilar fundamental en nosotros para lograr realizar nuestros sueños.

## **DEDICATORIA**

Los autores, dedicamos este trabajo académico a nuestros estudiantes y amigos profesionales de todas las áreas de la salud.

## **CONFLICTO DE INTERESES**

Los autores declaramos No tener ningún tipo de conflicto de intereses en la publicación de esta obra y sus productos derivados.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

## Capítulo I

Anatomía Respiratoria.....pag. 15

## Capítulo II

Fisiología Respiratoria.....pag. 43

## Capítulo III

Oxigenoterapia..... pag. 63

## Capítulo IV

Manejo básico de la vía aérea ..... pag. 89

## Capítulo V

Manejo avanzado de la vía aérea ..... pag. 107

## Capítulo VI

Ovace y paro respiratorio .....pag. 175

## Capítulo VII

Neumotórax ..... pag. 187

## Capítulo VIII

Fundamentos de ventilación mecánica .....pag. 201

## Capítulo IX

Programación inicial .....pag. 215

## Capítulo X

Farmacología..... pag. 233

## ABREVIATURAS

| ABREVIATURA        | DEFINICIÓN                                    | ABREVIATURA      | DEFINICIÓN                                                                           |
|--------------------|-----------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| *Fc                | Factor de conversión                          | NIV-ST           | Ventilador mecánico no invasivo espontaneo                                           |
| °C                 | Grados centígrados                            | NPA              | Nivel del presión actual                                                             |
| AB                 | Apertura bucal                                | NRS              | Nivel residual de seguridad                                                          |
| AC                 | Asistido controlado                           | O2               | Oxígeno                                                                              |
| amp/comp           | Ampolla/comprimido                            | OAF              | Oxigenoterapia de alto flujo                                                         |
| ATP                | Adenosín Trifosfato o Trifosfato de Adenosina | OD               | Onda dicota                                                                          |
| bag                | Bolsa                                         | PaO <sub>2</sub> | Presión arterial de oxígeno                                                          |
| BIPAP              | Presión positiva en la vía aérea nivelada     | PCO <sub>2</sub> | Cantidad de gas de dióxido de carbono disuelto en la sangre                          |
| BUHE               | Back up head elevated                         | PEEP             | Presión positiva al final de la expiración                                           |
| BURP               | Back, Up, Right and Pressure                  | PEEP/CPAP        | Presión positiva al final de la espiración/Presión positiva continua en la vía aérea |
| BVM                | Bolsa - válvula - mascarilla                  | PH               | Potencial de hidrógeno                                                               |
| CI                 | Capacidad inspiratoria                        | PI               | Perfusión                                                                            |
| cm                 | Centímetro                                    | PI máx           | Presión inspiratoria máxima                                                          |
| cmH <sub>2</sub> O | Centímetro de agua                            | PI min           | Presión inspiratoria minuto                                                          |
| CO <sub>2</sub>    | Dióxido de carbono                            | PIC              | Presión intracraneal                                                                 |
| CPAP               | Presión positiva continua en la vía aérea     | PIP              | Presión inspirada pico                                                               |
| CPT                | Capacidad pulmonar total                      | PO <sub>2</sub>  | Presión parcial de oxígeno                                                           |
| CRF                | Capacidad residual pulmonar                   | PRVC             | Ventilación controlada por volumen y regulada por presión                            |
| CV                 | Capacidad vital                               | PS               | Pico sistólico                                                                       |
| DEM                | Distancia esternomentoniana                   | PS               | Presión soporte                                                                      |
| DSG                | Dispositivos supraglóticos                    | PSI              | Libras por pulgada cuadrada                                                          |
| DTM                | Distancia tiromentoniana                      | PVC              | Presión venosa central                                                               |
| EPOC               | Enfermedad pulmonar obstructiva crónica       | QRS              | Onda del electrocardiograma, corresponde a la despolarización ventricular            |

| ABREVIATURA       | DEFINICIÓN                                                                        | ABREVIATURA       | DEFINICIÓN                                            |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|
| EtCO <sub>2</sub> | Concentración máxima de dióxido de carbono espirado durante un ciclo respiratorio | RCE               | Recuperación de la circulación espontánea             |
| FiO <sub>2</sub>  | Fracción inspirada de oxígeno                                                     | RCP               | Reanimación cardiopulmonar                            |
| Fr                | Frecuencia respiratoria                                                           | RSI               | Intubación en secuencia rápida                        |
| g/día             | Gramo/día                                                                         | SALAD             | Laringoscopia y descontaminación asistida por succión |
| g/dl              | Gramo/decilitro                                                                   | SatO <sub>2</sub> | Saturación de oxígeno                                 |
| g/kg              | Gramo/kilogramo                                                                   | SDRA              | Síndrome de dificultad respiratoria aguda             |
| H <sup>+</sup>    | Iones de hidrógeno                                                                | SEM               | Servicios de emergencias médicas                      |
| HCO <sub>3</sub>  | Bicarbonato                                                                       | SIMV              | Ventilación mandataria intermitente sincrónica        |
| ICC               | Insuficiencia cardíaca                                                            | SS 09%            | Solución salina al 09%                                |
| IMC               | Índice de masa corporal                                                           | TA                | Tensión arterial                                      |
| IOT               | Intubación orotraqueal                                                            | TE                | Tubo endotraqueal                                     |
| IV                | Intravenoso                                                                       | TEP               | Tromboembolismo pulmonar                              |
| IVP               | Índice de variabilidad pletismográfica                                            | VAPOX             | Preoxigenación Asistida por Ventilador                |
| L/min             | Litro/minuto                                                                      | Vc                | Volumen corriente                                     |
| m <sup>2</sup>    | Metro cuadrado                                                                    | VM                | Ventilación mecánica                                  |
| mcg/kg/h          | Microgramo/kilogramo/hora                                                         | Vm                | Volumen minuto                                        |
| mg/h              | Miligramo/hora                                                                    | VMNI              | Ventilación no invasiva a presión positiva            |
| mg/kg             | Miligramo/kilogramo                                                               | V-Q               | V= ventilación Q=perfusión                            |
| mgc               | Microgramo                                                                        | VR                | Volumen residual                                      |
| mgc/ml            | Microgramo/mililitro                                                              | VRE               | Volumen de reserva espiratoria                        |
| ml/min            | Mililitro/minuto                                                                  | VRI               | Volumen de reserva inspiratoria                       |
| mm                | Milímetro                                                                         | VRM               | Volumen respiratorio minuto                           |
| mmHg              | Milímetros de mercurio                                                            | Vt                | Volumen tidal                                         |
| N/A               | No aplica                                                                         | µm                | Micrómetro                                            |



**"Maxwell y Kurt Lewin, parece que son quienes, de una manera independiente, formularon la idea: NO HAY NADA MÁS PRÁCTICO QUE UNA BUENA TEORÍA"**

**(Josep Maria Pascual Esteve, 2023)**

## INTRODUCCIÓN

El manejo integral y complementario de la vía aérea supone un reto importante para los profesionales de la salud: médicos, paramédicos, enfermeros y demás talento humano que forma parte del equipo de atención de pacientes en situaciones de emergencia, originadas principalmente por accidentes de tránsito, accidentes laborales, intoxicaciones, violencia civil, intentos autolíticos, enfermedades crónicas que debutan, entre otras; situaciones en las cuales cada segundo de actuación y cada decisión tomada nos permita tener la firme convicción de que contribuirán a intentar reducir la morbilidad y mortalidad en nuestros pacientes, y si esto, no es posible, nos de la satisfacción de que entregamos lo mejor de nosotros y aquello humanamente posible que estuvo a nuestro alcance.

Siempre recomendaremos que el equipo para el manejo de la vía aérea este coordinado por la persona que mayor experiencia tenga al momento de atender al paciente, ya que esto puede disminuir la posibilidad de cometer errores que podrían desencadenar una parada cardiorrespiratorio y finalmente la muerte.

En esta publicación académica, presentamos a nuestros estudiantes y profesionales de la salud, un abordaje integral de la vía aérea que no solo se basa en descripción de pasos a seguir durante el manejo básico o avanzado, sino que proponemos volver a enamorarnos de ella, desde sus conceptos fundamentales de anatomía y fisiología para luego poder entender la razón de ser de cada decisión que tomemos para su manejo, evaluando puntos críticos como el nivel de experticia, número de miembros del equipo de atención, escenario en el cual se maneja la emergencia, disponibilidad de recursos para tomar decisiones adecuadas y personalizadas a las condiciones propias de cada paciente .

Les invitamos a continuar explorando nuestros contenidos que han sido escritos de forma clara y precisa con el fin de atender los requerimientos que la práctica médica en los escenarios hospitalarios y prehospitales nos exige diariamente , deseamos éxitos en su formación continua.

***GRANDES PROFESIONALES, GRANDES SERES HUMANOS.***

A decorative pattern of light gray diamonds arranged in a grid, with some diamonds missing or faded, creating a textured, geometric background in the upper right portion of the page.

# I CAPÍTULO

ANATOMÍA  
RESPIRATORIA

---

## EL DATO:

Anatómicamente los segmentos más funcionales del pulmón son los de la parte posterior, esto se debe principalmente a la gran cantidad de parénquima pulmonar que se encuentran en esta área; al pronar a un paciente se utiliza todo este parénquima, además se reduce el peso que ejerce el corazón sobre el pulmón (como sucede al estar en posición supina), permitiendo aprovechar al máximo el principio de ventilación - perfusión ( $V/Q$ ), manteniendo una relación  $V/q$  en la áreas más posteriores, lo que resulta en un consecuente aumento en la oxigenación del paciente, es por ello que, durante la pandemia de la Covid-19 se utilizó la pronación como estrategia oxigenatoria tanto en pacientes bajo ventilación mecánica invasiva como en pacientes despiertos. La posición en prono puede aplicarse a todos los pacientes con insuficiencia respiratoria aguda tanto a nivel hospitalario como prehospitalario demostrando seguridad en su uso (Boomhower et al., 2021; Wendt et al., 2021).



Macroscópicamente, el aparato respiratorio se lo puede dividir en conjuntos, estructuras y zonas de funcionamiento como a continuación se detalla:

**Tabla 1: Estructura de las Vías Aéreas**

| Conjunto           | Estructuras           | Zonas de funcionamiento                                                                                                                                                                     |
|--------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vía aérea superior | Nariz                 | <b>De conducción:</b> compuesto por todas las estructuras que permiten el paso del aire desde el exterior hacia los pulmones, además estas estructuras filtran, calientan y lo humidifican. |
|                    | Cavidad nasal         |                                                                                                                                                                                             |
|                    | Faringe               |                                                                                                                                                                                             |
|                    | Estructuras asociadas |                                                                                                                                                                                             |
| Vía aérea inferior | Laringe               |                                                                                                                                                                                             |
|                    | Tráquea               |                                                                                                                                                                                             |
|                    | Bronquios             |                                                                                                                                                                                             |
|                    | Pulmones              | <b>De respiración:</b> compuesta por todas las estructuras responsables del intercambio de gases entre el aire y la sangre: sacos alveolares y alvéolos.                                    |

**Fuente:**(Drake & Vogl, 2015)

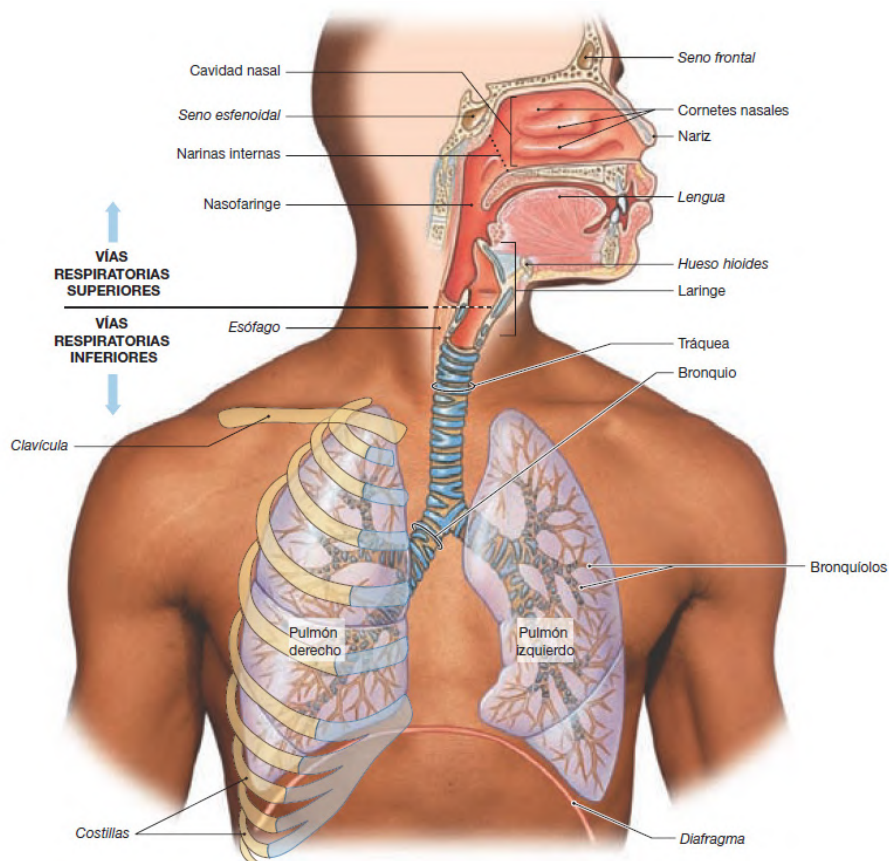
Desde el punto de vista funcional, el aparato respiratorio realiza varias acciones de vital importancia, que contribuyen en la homeostasis corporal. Entre ellas podemos mencionar:

1. Interviene en el intercambio de gases: capta el  $O_2$  del exterior cuando se realiza la inspiración y elimina el  $CO_2$  en la espiración.
2. Contribuye en la regulación del pH sanguíneo.
3. Contiene los receptores olfatorios; filtra, calienta y humidifica el aire inspirado.



# ANATOMÍA RESPIRATORIA

**Ilustración 1:** Estructuras del aparato respiratorio



**Fuente:** (Martini, Timmons & Tallitsch, 2009)



## LA NARIZ

Tabla 2: Estructuras de la nariz

| Estructura                | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Estructura externa</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es la parte visible de la nariz en el rostro formada por un soporte óseo y cartílago hialino cubierto por músculo y piel, recubierto de mucosa.</li> <li>• El soporte óseo de esta porción, está constituido por los huesos: frontal, maxilar y nasales.</li> <li>• La estructura cartilaginosa está formada por el cartílago nasal septal, que forma la porción anterior del tabique, los cartílagos nasales laterales que se ubican debajo de los huesos nasales y los cartílagos alares que constituyen las paredes de las fosas nasales.</li> <li>• Las estructuras internas de esta porción cumplen 3 funciones:               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Calientan, humidifican y filtran el aire inspirado.</li> <li>2. Detección de los estímulos olfatorios.</li> <li>3. Modificaciones de las vibraciones vocales a medida que pasan a través de las cámaras de resonancia.</li> </ol> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Estructura interna</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Denominada cavidad nasal, es un gran espacio en la región anterior del cráneo, su parte anterior se continua con la porción externa de la nariz y la parte posterior se comunica con la faringe a través de dos aberturas llamadas coanas.</li> <li>• En esta cavidad desembocan los conductos de los senos paranasales que secretan moco y los conductos nasolagrimales que transportan lágrimas.</li> <li>• Se divide en una región respiratoria, que es más grande y en posición inferior y una región olfatoria, pequeña y en posición superior.</li> <li>• La porción anterior de la cavidad por dentro de las fosas nasales se denomina vestíbulo. El tabique nasal divide la cavidad en dos lados derecho e izquierdo.</li> <li>• En cada pared lateral de la cavidad se encuentran los cornetes nasales que son proyecciones escalonadas: superior, media e inferior y cuando estos casi alcanzan el tabique se subdividen en forma de surcos denominados meatos superior, medio e inferior.</li> <li>• Cuando realizamos una inspiración, el aire pasa a través de los cornetes y se calienta mediante las acciones del paso de la sangre por los capilares.</li> </ul> |

Fuente: (Tubbs &amp; Paulk, 2015)



## LA FARINGE

Es un conducto que mide alrededor de 13 cm de longitud desde su inicio en la cavidad nasal hasta el cartílago cricoides, localizando detrás de la cavidad nasal y oral, por encima de la laringe y delante de la columna cervical. Su pared está formada por músculos esqueléticos que cuando se relajan contribuyen a mantener la permeabilidad faríngea mientras que cuando se contraen asisten en la deglución. La musculatura se distribuye en dos capas: una externa que es circular y una capa interna que es longitudinal. La faringe constituye el paso del aire hacia los pulmones y de los alimentos hacia el aparato digestivo (Drake & Vogl, 2015).

La faringe se puede dividir en tres regiones:

### ***Región Nasofaríngea:***

- Porción superior que se localiza detrás de la cavidad nasal y se extiende hasta el paladar blando.
- Su pared posee 5 aberturas:
  - 2 Narinas internas.
  - 2 Orificios donde desembocan las trompas auditivas o de Eustaquio o faringotimpánicas.
  - 1 comunicación orofaríngea.
- En la pared posterior se aloja la amígdala faríngea o adenoides.
- Intercambia pequeñas cantidades de aire con las trompas auditivas para equilibrar la presión de aire entre la faringe y el oído medio.
- Revive el aire de la cavidad nasal y además grumos de moco con polvo para luego ser expulsados por la boca o llevados hacia el aparato digestivo.

### ***Región Orofaringea:***

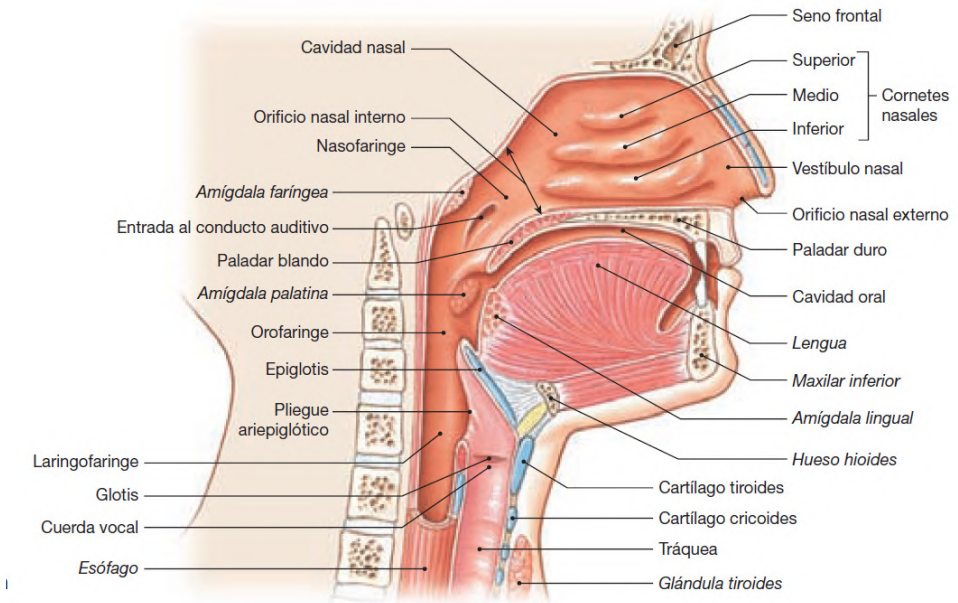
- Porción intermedia que se encuentra por detrás de la cavidad oral extendiéndose desde el paladar blando en la parte inferior, hasta el nivel del hueso hioides.
- Ejerce una doble función digestiva porque permite el paso de los alimentos hacia el esófago y respiratorio porque permite el paso del aire hacia la tráquea.
- La orofaringe se comunica solo con la boca por medio de una abertura llamada garganta o fauces.
- Se encuentran dos pares de amígdalas: palatinas y linguales.



## Región Laringofaringea:

- Porción inferior que inicia desde el hueso hioides, su extremo inferior se comunica con el esófago y a través de la región anterior con la laringe.

## Ilustración 2: Cavidad nasal



**Fuente:** (Martini, Timmons & Tallitsch, 2009)



## LA LARINGE

La laringe corresponde al órgano responsable de la fonación y constituye una de las estructuras anatómicas más importantes de la vía aérea, posee una longitud de 5 cm. Se localiza en la línea media del cuello, por delante del esófago y en el segmento comprendido entre los cuerpos de las vertebrales cervicales C3 y C6 (Grignon & Duparc, 2022).

Esta estructura anatómica está formada por 9 cartílagos agrupados por su número de la siguiente manera:

**Tabla 3: Cartílagos Laríngeos**

| Cartílagos | Descripción                                                                                                                             |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Impares    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Cricoides</li><li>• Tiroides</li><li>• Epiglotis</li></ul>                                      |
| Pares      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Aritenoides</li><li>• Corniculados o de Santorini</li><li>• Cuneiformes o de Wrisberg</li></ul> |

*Fuente: (Drake & Vogl, 2015)*

### **Cartílago Tiroides:**

- Son dos láminas fusionadas de cartílago hialino que forman la pared anterior de la laringe y le conceden una forma triangular.
- En los hombres suele ser más prominente debido a la influencia de las hormonas sexuales masculinas durante la pubertad.
- El ligamento que une el cartílago tiroides con el huso hioides se llama membrana tirohioidea.

### **Epiglotis:**

- Fragmento grande de cartílago elástico en forma de hoja, el tallo epiglótico es un adelgazamiento de la porción inferior y se conecta con el borde anterior del cartílago tiroides y el hueso hioides, mientras que la parte superior u hoja, se mueve con libertad hacia arriba o abajo.



- Durante el proceso de la deglución, la laringe y faringe ascienden, el ascenso de la faringe permite su ensanchamiento para recibir el bolo alimenticio, mientras que la elevación de la laringe dirige la epiglotis hacia abajo para cubrir a la glotis y ayudar a que el alimento se dirija hacia el esófago y no hacia la vía aérea inferior.
- La glotis es un par de pliegue de mucosa que se denominan cuerdas vocales en la laringe, el espacio entre ellas se denomina rima glótica.
- Si pequeños cuerpos extraños pasan hacia la laringe, se desencadena el reflejo tusígeno que generalmente logra expulsar estos objetos (Tortora, 2016).

### ***Cartílago Cricoides:***

- Es un anillo de cartílago hialino que forma la pared inferior de la laringe y se une con el primer anillo cartilaginoso de la tráquea por medio del ligamento cricotracheal.
- El cartílago tiroides se une con éste cartílago por medio del ligamento o membrana cricotiroides.

### ***Cartílagos Aritenoides:***

- Son dos piezas triangulares localizadas en el borde posterosuperior del cartílago cricoides.
- Al unirse con el cartílago cricoides forman una articulación sinovial, lo que les concede una gran amplitud de movimiento.

### ***Cartílagos Corniculados:***

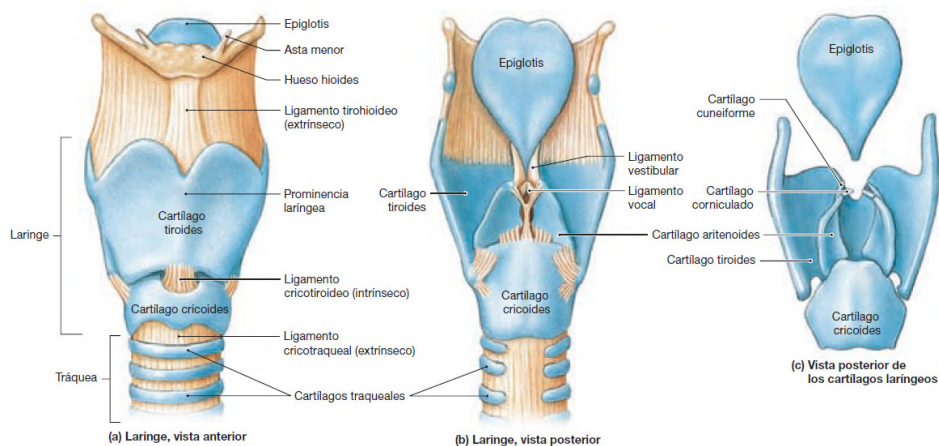
- O de Santorini, son dos piezas cuneiformes de cartílago elástico que se sitúan en el vértice de cada cartílago aritenoides.

### ***Cartílagos Cuneiformes:***

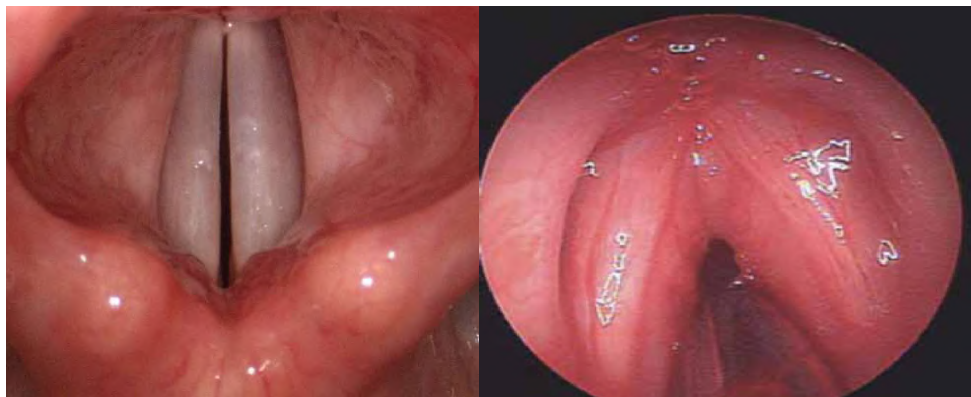
- O de Wrisberg, son dos cartílagos en forma de cuña o masa que se localizan delante de los cartílagos corniculados.
- Sostiene los pliegues vocales y las paredes laterales de la epiglotis.



## Ilustración 3: Estructura Laríngea



**Nota:** Vistas topográficas de la laringe. **Fuente:** (Weber & Kenneth, 2014)



**Nota:** En la Ilustración 3.2,, se observa la apertura glótica, mientras que en la 3.3, se puede observar un edema generalizado de las áreas glótica y subglótica. **Fuentes:** (3,2: Moreno, C. 2022 & Tallitsch, 2009, 3,3: )



## LA TRÁQUEA

La tráquea es un conducto tubular de aproximadamente 12 cm de longitud y 2,5 de diámetro que se localiza por delante del esófago y se extiende desde la parte inferior de la laringe, conectada por medio del ligamento cricotraquel hasta el borde superior de la 5ta vértebra torácica en donde se divide en dos bronquios principales: izquierdo y derecho. Esta zona de división se conoce con el nombre de carina.

La tráquea se conforma entre 16 y 20 anillos de cartílagos hialino, horizontales e incompletos en forma de "C" que se apilan uno sobre el otro y se fijan por medio del tejido conectivo denso. La porción abierta de cada cartílago se orienta hacia la cara anterior del esófago y la membrana fibromuscular, que esta constituida por fibras musculares lisas trasversas y tejido conectivo elástico, se encarga de que los anillos permanezcan abiertos y que el diámetro se modifique levemente durante la inspiración y espiración con el objetivo de mantener un flujo de aire adecuado (Paraskevas et al., 2016).

## LOS BRONQUIOS

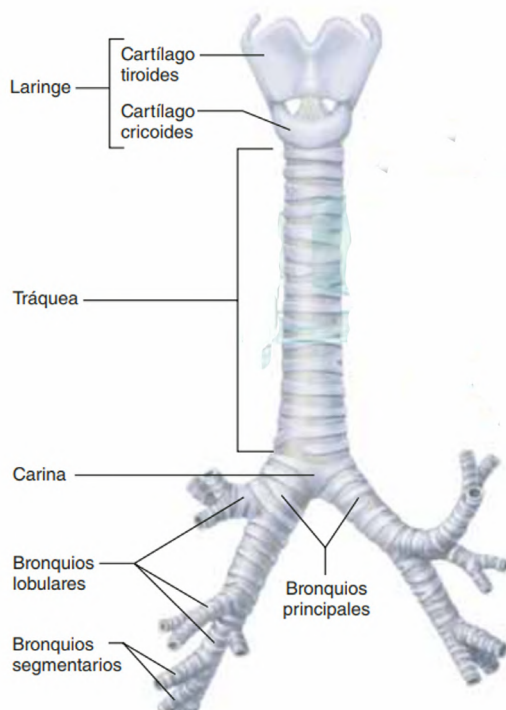
La carina es una cresta interna formada por una proyección posterior e inferior del cartílago traqueal, en este punto la tráquea se divide en un bronquio principal derecho e izquierdo que, al igual que la tráquea, están formados por anillos cartilaginosos incompletos. El bronquio derecho tiene una dirección más vertical, es más corto y más ancho en relación al izquierdo.

Cuando los bronquios principales ingresan a los pulmones, se dividen en bronquios más pequeños denominados bronquios lobulares o secundarios, a su vez los bronquios secundarios siguen ramificándose a estructuras más pequeñas denominadas bronquios segmentarios o terciarios.

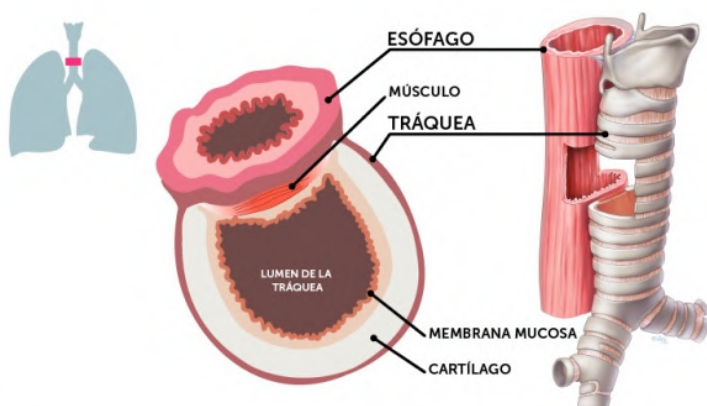
Los bronquios segmentarios a su vez se dividen en otros más pequeños denominados bronquiolos terminales que representan el final de la zona de conducción (Tortora, 2016).



## Ilustración 4: Tráquea

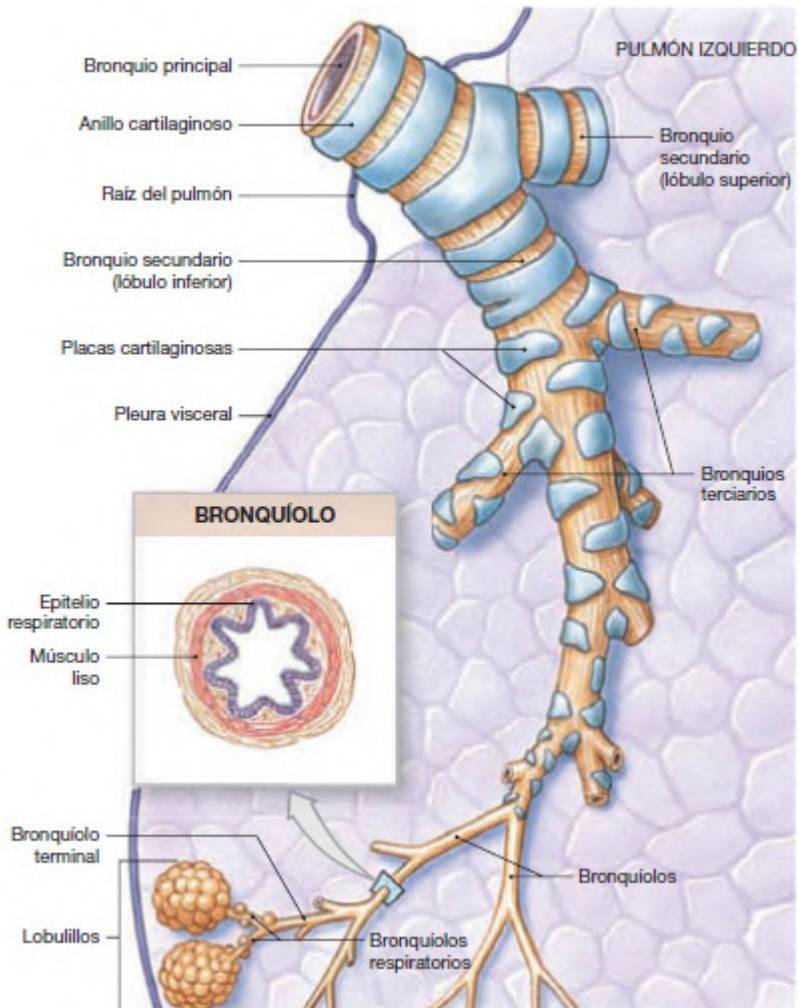


**Fuente:** (Martini, Timmons & Tallitsch, 2009)



**Nota:** Disposición de esófago y tráquea. **Fuente:** (Drake & Vogl, 2015)

**Ilustración 5:** Bronquios principales y secundarios



**Nota:** Se puede observar las capas histológicas del bronquio.

**Fuente:** (Martini, Timmons & Tallitsch, 2009)



## LOS PULMONES

Son órganos pares en forma cónica que se localizan en la cavidad torácica y están separados entre sí por el corazón y otros órganos del mediastino.

La membrana pleural, es una doble capa serosa que encierra y protege a los pulmones. La capa superficial o pleura parietal tapiza la pared torácica mientras que la capa profunda o pleura visceral reviste directamente a los pulmones. El espacio que se forma entre estas dos capas se denomina cavidad pleural y contiene un escaso volumen de líquido lubricante que reduce el rozamiento y la fricción entre ambas membranas durante la respiración, se denomina líquido pleural. Estas estructuras casi llenan por completo la cavidad torácica (Drake & Vogl, 2015)..

Para su estudio, se pueden analizar a través de varias caras:

**Tabla 4: Caras pulmonares**

| Caras                         | Descripción                                                                                                                |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vértice                       | Excede la altura del tercio medial de las clavículas.                                                                      |
| Anterior, lateral y posterior | Se apoyan en la pared costal.                                                                                              |
| Base                          | Se extiende desde el sexto cartílago costal por delante de la apófisis espinosa de la décima vertebra torácica por detrás. |

**Fuente:**(Drake & Vogl, 2015)

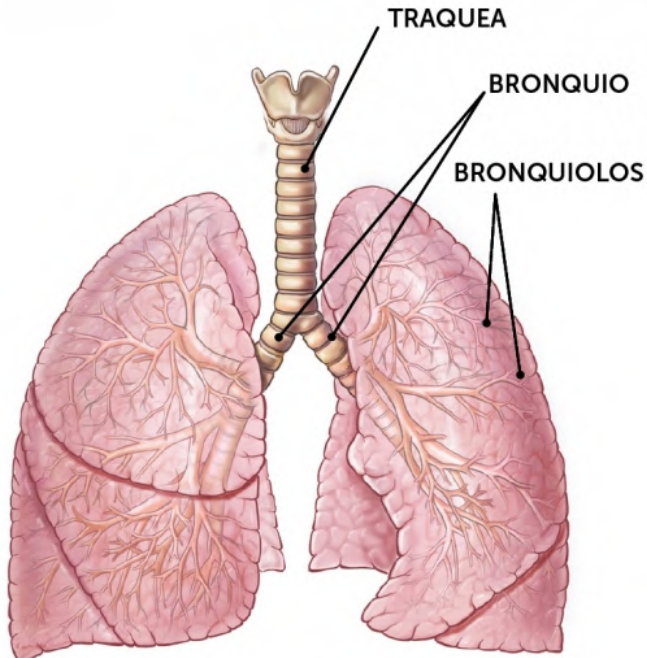
## LÓBULOS Y FISURAS

Ambos pulmones tiene una fisura oblicua que se extiende en dirección antero-inferior, pero solo el pulmón derecho presenta una fisura adicional denominada: fisura horizontal. En el pulmón izquierdo, la fisura oblicua separa al pulmón en dos lóbulos: superior e inferior mientras que en el pulmón derecho la fisura oblicua y horizontal dividen al pulmón en tres lóbulos: superior, medio e inferior.

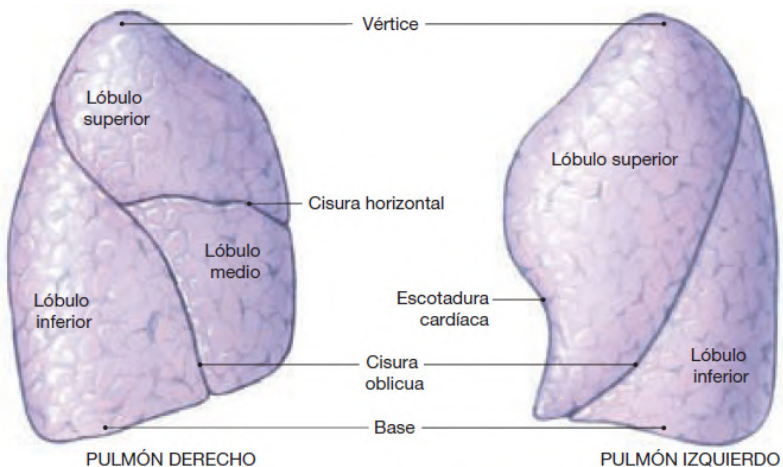
Cada lóbulo recibe un bronquio secundario o lobar, dentro del pulmón los bronquios lobulares forman bronquios segmentarios o terciarios manteniendo una constante de 10 bronquios segmentarios para cada pulmón (Tortora, 2016).



## *Ilustración 6: Estructuras y lóbulos pulmonares*



*Fuente: (Martini, Timmons & Tallitsch, 2009)*



*Fuente: (Martini, Timmons & Tallitsch, 2009)*



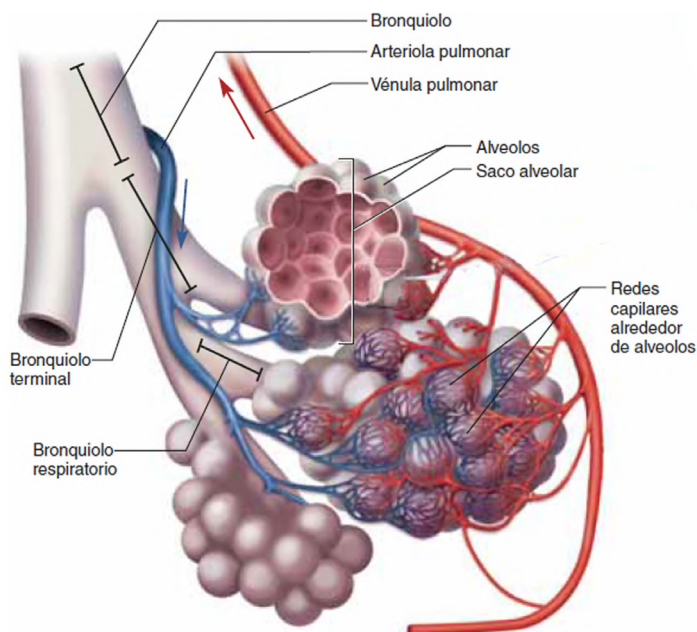
## ALVÉOLOS

Los alvéolos son evaginaciones en forma de divertículos que se sostienen por medio de una membrana basal elástica delgada. Los sacos alveolares son dos o más alvéolos que comparten una misma desembocadura. El líquido alveolar contiene surfactante que se encarga de disminuir la tensión superficial del líquido alveolar lo que contribuye a reducir la tendencia de los alvéolos a colapsar y así mantener su permeabilidad.

Sobre la superficie externa de los alvéolos, la arteriola y la vénula del lobulillo constituyen una red de capilares que se componen por una sola capa de células endoteliales y una membrana basal.

La difusión de gases entre el  $O_2$  y el  $CO_2$  se da a través de las paredes alveolares y capilares, ambas paredes forman la denominada membrana respiratoria que tiene un espesor de  $0,5 \mu m$ . Aproximadamente los pulmones contienen 300 millones de alvéolos que se traducen en alrededor de una superficie de  $70 m^2$ . (Drake & Vogl, 2015).

### *Ilustración 7: Sacos alveolares*



*Fuente: (Drake, 2020)*



## CIRCULACIÓN PULMONAR

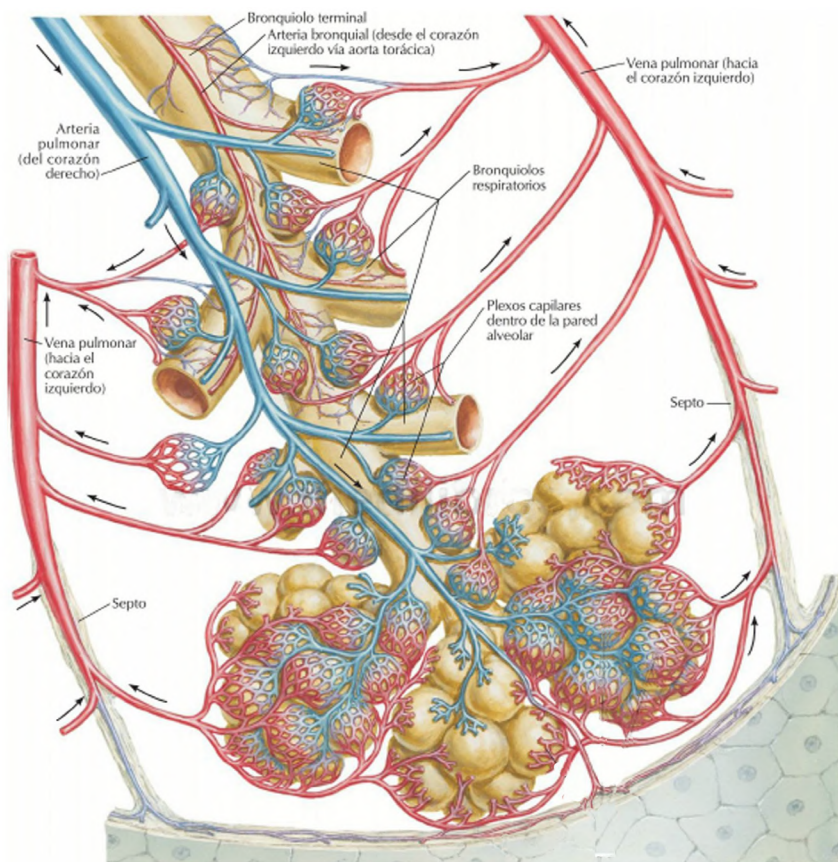
Los pulmones reciben sangre a través de las arterias pulmonares y las arterias bronquiales. A estos órganos llega sangre desoxigenada por medio de las arterias pulmonares izquierda y derecha respectivamente, son una bifurcación del tronco pulmonar, éste se conecta con la arteria pulmonar y a su vez con el ventrículo derecho. (Las arterias pulmonares son las únicas en todo el cuerpo humano que transportan sangre desoxigenada). El retorno de la sangre que ha sido oxigenada por los pulmones se da a través de 4 venas pulmonares: 2 derechas y 2 izquierda que desembocan en la aurícula izquierda (Drake & Vogl, 2015; Tortora, 2016).

Los vasos sanguíneos pulmonares se caracterizan de forma exclusiva porque cuando detectan niveles bajos de oxígeno en estas zonas, se contraen con el objetivo de que la sangre de las áreas mal ventiladas a las regiones mejor ventiladas para mantener un intercambio de gases adecuado, este fenómeno se denomina acoplamiento entre la ventilación y la perfusión. Se produce un efecto contrario en el resto del cuerpo humano, si se detecta niveles bajos de oxígeno, se produce una vasodilatación con el objetivo de intentar aumentar el flujo sanguíneo y con ello el suministro de oxígeno (Tortora, 2016).

Las arterias bronquiales o ramas bronquiales de la arteria torácica, son de origen variable. Las arterias bronquiales generalmente son dos y emergen del tercio superior de la arteria torácica mientras que la arteria bronquial derecha, impar, emergen de la tercera arteria intercostal. Una parte de la sangre que retorna al corazón lo hace por las venas bronquiales, que son ramas del sistema álgos y retornan al corazón por medio de la vena cava superior, otra parte de la sangre retorna al corazón por medio de las venas pulmonares debido a la conexión existente entre las ramas de las arterias bronquiales y las ramas de las arterias pulmonares (Latarjet-Ruiz, 2019).



## *Ilustración 8: Circulación Pulmonar*



*Fuente:*(Latarjet-Ruiz, 2019)

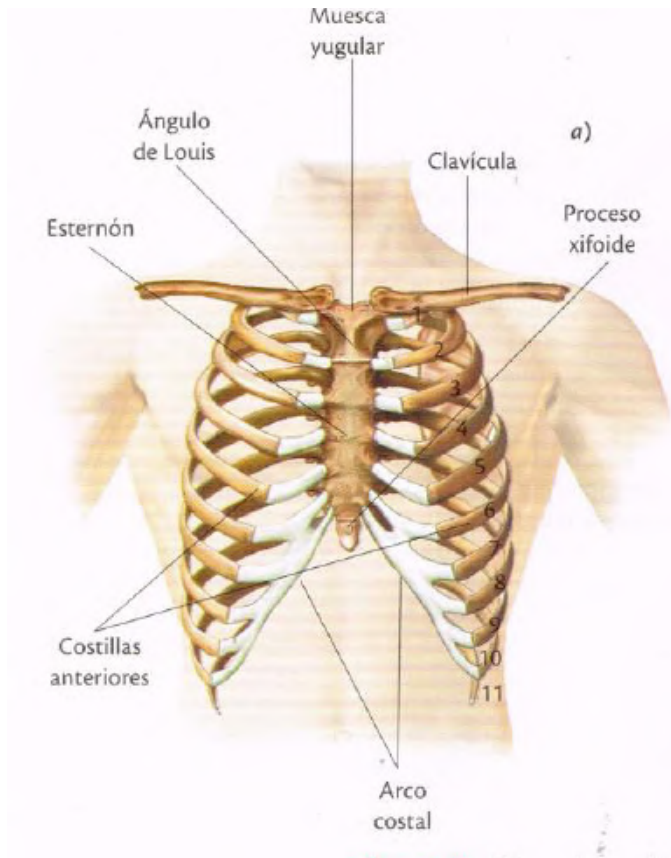


## EL TÓRAX

La caja torácica es más angosta en su región superior y más ancha en su región inferior. Encierra y protege los órganos de la cavidad torácica y abdominal superior, brinda sostén a los huesos de los miembros superiores. (Drake & Vogl, 2015)

La caja torácica es una jaula ósea formada por el esternón, las costillas, cartílagos costales y los huesos de las vértebras torácicas.

### *Ilustración 9: Caja torácica*



*Fuente: (Tortora, 2016)*



## VÉRTEBRAS TORÁCICAS

En un número de 12, las características de las vértebras torácicas que las distinguen del resto de las vértebras es que se articulan con las costillas. Las vértebras torácicas se identifican fácilmente por sus facetas costales, que son las superficies articulares para las costillas. Los cuerpos de las vértebras torácicas tienen superficies articulares que forman articulaciones con las cabezas costales.

Las superficies articulares de los cuerpos vertebrales se llaman facetas o semifacetas. Una faceta se forma cuando la cabeza de una costilla se articula con el cuerpo de una vértebra. T1 presenta una faceta superior para la primera costilla y una semifaceta inferior para la segunda costilla; T10, T11 y T12 presentan una faceta de cada lado del cuerpo vertebral para las costillas 10, 11 y 12, respectivamente.

Una semifaceta se forma cuando la cabeza de una costilla se articula con los cuerpos de dos vértebras adyacentes. Desde T2 hasta T8, hay una semifaceta superior y una semifaceta inferior debido a que de la segunda a la novena costillas se articulan con dos vértebras adyacentes

Estas articulaciones entre las vértebras torácicas y las costillas, llamadas articulaciones costo-vertebrales, son características distintivas de las vértebras torácicas. Los movimientos de la columna torácica se ven limitados por las costillas y por el esternón. (Drake & Vogl, 2015).

## ESTERNÓN

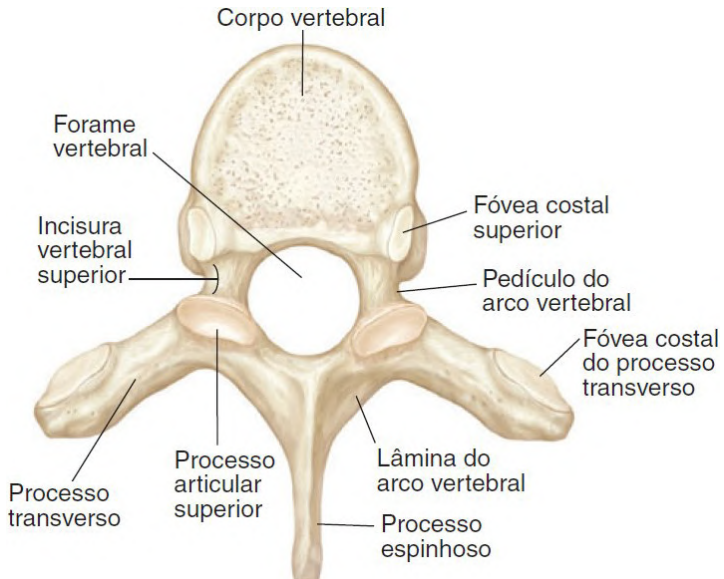
El esternón es un hueso plano y angosto situado en el centro de la pared torácica anterior, que mide alrededor de 15 cm y que está formado por tres partes. La superior constituye el manubrio; la parte media y la más grande, el cuerpo; y, la parte inferior, la parte más pequeña y denominada apófisis xifoideas (Moore, 2018).

### *Características:*

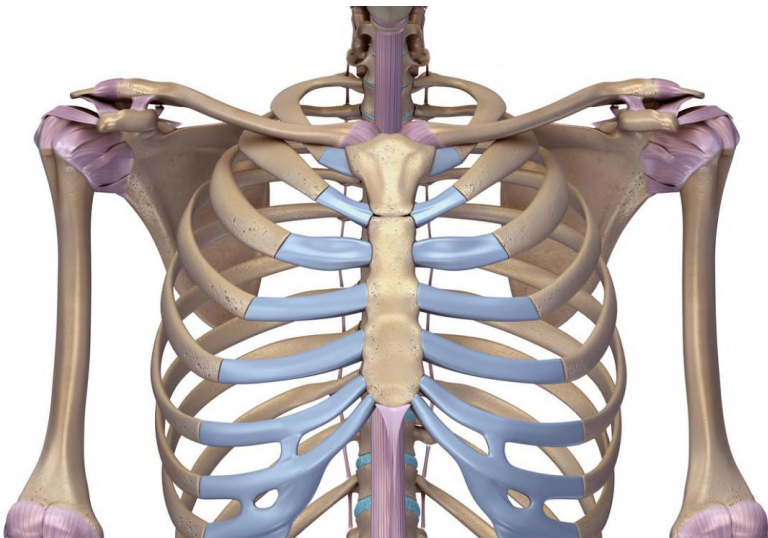
- A ambos lados de la escotadura esternal, se encuentran las escotaduras claviculares, que se articulan con los extremos mediales de ambas clavículas.
- El manubrio también se articula con los cartílagos costales de la primera y segunda costillas. El cuerpo del esternón se articula directa o indirectamente con los cartílagos costales de las costillas entre la segunda y la décima.
- La apófisis xifoidea está compuesta por cartílago hialino durante la lactancia y la niñez, y no se osifica completamente hasta los 40 años. No se articula con ninguna costilla, pero brinda un punto de inserción para diversos músculos abdominales. Si se colocan las manos incorrectamente durante un procedimiento de reanimación cardiopulmonar (RCP), la apófisis xifoidea puede fracturarse (Tortora, 2016).



## **Ilustración 10:** Vértabras torácicas y esternón



**Fuente:**(Drake, 2020)



**Fuente:**(Drake, 2020)



## COSTILLAS

Doce pares de costillas numeradas del 1 a 12, desde arriba hacia abajo, brindan soporte estructural a los costados de la cavidad torácica. Cada costilla se articula atrás con su correspondiente vértebra torácica.

### LAS COSTILLAS PRESENTAN:

- La cabeza es una proyección del extremo posterior de la costilla que contiene dos facetas articulares para articularse con la faceta del cuerpo de una única vértebra o bien con las semifacetas de dos vértebras adyacentes para formar articulaciones costo-vertebrales.
- El cuello está constituido por una porción angosta de la costilla que se advierte justo al lado de la cabeza. En la superficie posterior, donde el cuello se une con el cuerpo se encuentra un tubérculo costal el cual presenta dos superficies; una no articular para articular con la apófisis transversa de la vértebra por medio del ligamento costo-transverso lateral y una superficie articular para la faceta de la apófisis transversa de la vértebra para formar articulaciones costo-vertebrales.
- El cuerpo (diáfisis) es la parte principal de la costilla. La superficie interna de la costilla presenta una hendidura costal, que protege los vasos sanguíneos y los pequeños nervios intercostales. Los espacios presentes entre las costillas, que se denominan espacios intercostales, están ocupados por músculos intercostales, vasos sanguíneos y nervios. (Drake & Vogl, 2015)

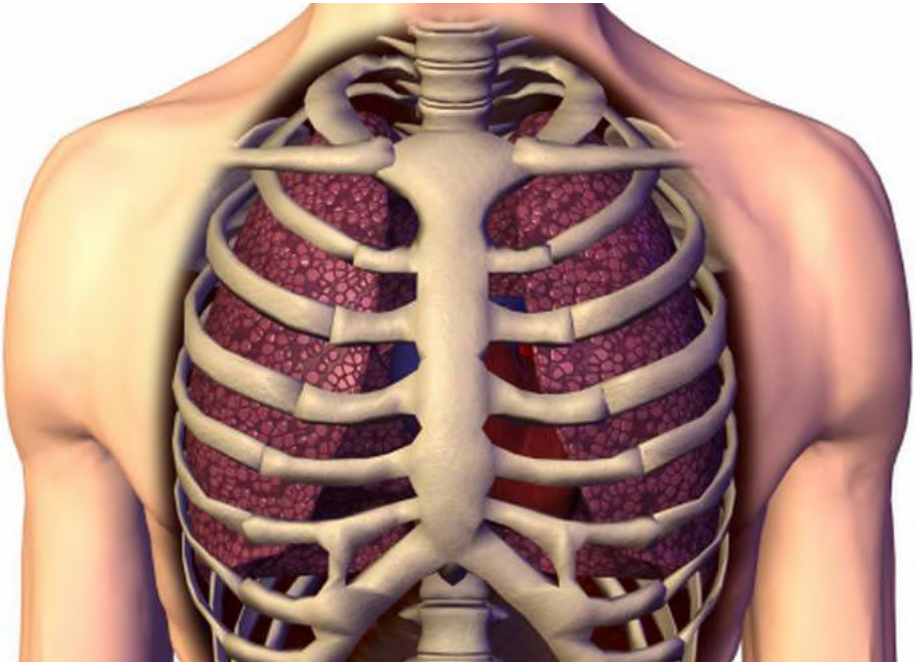
### CARACTERÍSTICAS:

- Del primero al séptimo par de costillas, por delante, se articulan directamente con el esternón a través de una franja de cartílago hialino denominado cartílago costal. Los cartílagos costales contribuyen a la elasticidad de la caja torácica y evitan que eventuales golpes sobre el tórax fracturen el esternón, las costillas o ambos. Las costillas que tienen cartílagos costales y se articulan directamente con el esternón son las verdaderas (vertebroesternales). Las articulaciones formadas entre las costillas verdaderas y el esternón se denominan articulaciones esternocostales.
- Los restantes cinco pares de costillas son las denominadas costillas falsas porque sus cartílagos costales o bien se articulan con el esternón en forma indirecta o bien no se articulan con el esternón. Los cartílagos del 8vo, 9no y 10mo par de costillas se



articulan entre sí y después, con el cartílago del séptimo par de costillas. Estas costillas se denominan costo-vertebrales. Los pares de costillas 11vo y 12vo se componen de costillas falsas denominadas flotantes, porque el cartílago costal anterior no se articula con el esternón. Estas costillas sólo se articulan por detrás con las vértebras torácicas (Latarjet-Ruiz, 2019).

***Ilustración 11:*** Costillas



***Fuente:***(Moore, 2018)



## MUSCULATURA TORÁCICA

Los músculos del tórax modifican el tamaño de la cavidad torácica, de manera que se pueda producir la respiración. La inspiración (inhalación) tiene lugar cuando la cavidad torácica aumenta de tamaño, y la espiración (exhalación), cuando la cavidad torácica disminuye de tamaño. (Weber & Kenneth, 2014)

A continuación describimos los músculos que participan durante el proceso de la respiración:

**Tabla 5: Músculo diafragma**

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b> | Músculo más importante que impulsa la respiración, separa las cavidades abdominal y torácica, posee una superficie superior convexa, que forma el piso de la cavidad torácica y una superficie inferior cóncava, que forma el techo de la cavidad abdominal.                                           |
| <b>ORIGEN</b>      | Apófisis xifoides del esternón, cartílagos costales y porciones adyacentes de las seis costillas interiores, vértebras lumbares y sus discos intervertebrales.                                                                                                                                         |
| <b>INSERCIÓN</b>   | Tendón central.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>ACCIÓN</b>      | La contracción del diafragma hace que éste se aplane, lo que aumenta la dimensión vertical de la cavidad torácica, con la consiguiente inspiración; la relajación del diafragma que se desplace más hacia arriba y reduzca la dimensión vertical de la cavidad torácica, lo que provoca la espiración. |
| <b>INERVACIÓN</b>  | Nervio frénico, que contienen axones de los nervios espinales cervicales (C3-C5).                                                                                                                                                                                                                      |

*Fuente: ((Weber & Kenneth, 2014))*

El diafragma y los músculos intercostales externos se utilizan durante la inspiración y espiración normal. En cambio, durante la inspiración forzada (durante el ejercicio o al ejecutar un instrumento de viento), también se utilizan los músculos esternocleidomastoideo, escaleno y pectoral menor, durante la espiración profunda.



**Tabla 6: Músculos intercostales externos**

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b> | Ocupan la capa superficial, y sus fibras transcurren en dirección oblicua interior y anterior, elevan las costillas durante la inspiración para ayudar a expandir la cavidad torácica.                                                                                                |
| <b>ORIGEN</b>      | Borde inferior de la costilla superior.                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>INSERCIÓN</b>   | Borde superior de la costilla inferior.                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>ACCIÓN</b>      | La contracción eleva las costillas y aumenta las dimensiones anteroposterior y lateral la cavidad torácica, lo que produce la inspiración; la relajación deprime las costillas y reduce las dimensiones anteroposterior y lateral la cavidad torácica, lo que ocasiona la espiración. |
| <b>INERVACIÓN</b>  | Nervios espinales torácicos T2-T12.                                                                                                                                                                                                                                                   |

*Fuente:((Weber & Kenneth, 2014))*

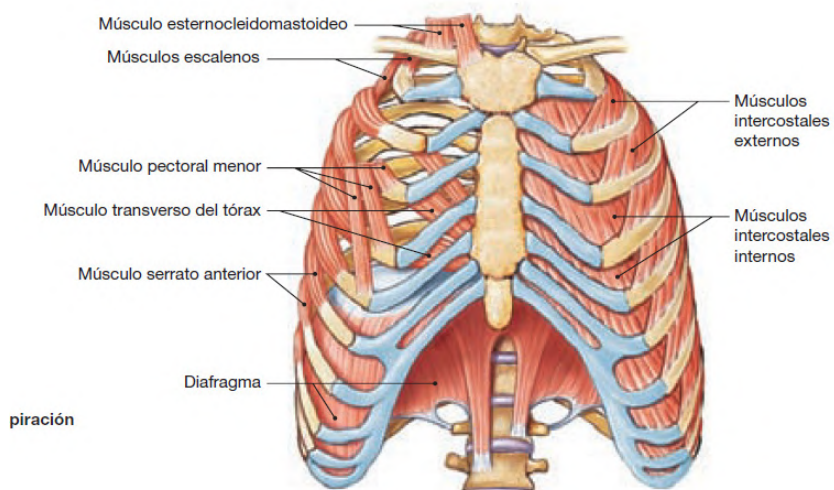
**Tabla 7: Músculos intercostales internos**

|                    |                                                                                                                                                                                     |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b> | Ocupan la capa intermedia de los espacios intercostales. Sus fibras transcurren perpendiculares a las de los intercostales externos, en una dirección oblicua interior y posterior. |
| <b>ORIGEN</b>      | Borde superior la costilla.                                                                                                                                                         |
| <b>INSERCIÓN</b>   | Borde inferior de la costilla superior.                                                                                                                                             |
| <b>ACCIÓN</b>      | La contracción aproxima las costillas adyacentes para reducir aún más dimensiones anteroposterior y lateral de la cavidad torácica durante la espiración forzada.                   |
| <b>INERVACIÓN</b>  | Nervios espinales torácicos T1 -T2.                                                                                                                                                 |

*Fuente:((Drake & Vogl, 2015))*



## *Ilustración 12: Caja Torácica*



*Fuente:*(Drake, 2020)



## BIBLIOGRAFÍA

Boomhower, J., Noland, H. E., Frakes, M. A., Seethala, R. R., Cohen, J. E., & Wilcox, S. R. (2021). Transport of a Nonintubated Prone Patient with Severe Hypoxemic Respiratory Failure Due to COVID-19. *Prehospital Emergency Care : Official Journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors*, 25(1), 55–58. <https://doi.org/10.1080/10903127.2020.1819492>

Drake, R. (2020). *Gray's Atlas of Anatomy* (1 R. Pau (ed.); 3th ed.). Churchill Livingstone / Elsevier.

Drake, R., & Vogl, W. (2015). *GRAY Anatomía para Estudiantes*. Elsevier.

Grignon, B., & Duparc, F. (2022). Anatomical education. Head and neck anatomy. In *Surgical and radiologic anatomy : SRA* (Vol. 44, Issue 4, pp. 495–496). <https://doi.org/10.1007/s00276-022-02926-7>

Latarjet-Ruiz, L. (2019). *Anatomía Humana* (P. D. Levy (ed.); 5th ed.). Medica Panamericana.

Moore, K. L. (2018). *Anatomía con orientación clínica* (M. Pi-Guerrero (ed.); 8th ed.). Wolters Kluwer Health.

Netter, F. H. (2018). *Atlas of Human Anatomy* (F. H. (ed.); 7th ed.). Elsevier.

Paraskevas, G. K., Koutsouflianiotis, K. N., Nitsa, Z., Demesticha, T., & Skandalakis, P. (2016). Knowledge of the anatomy and physiology of the spleen throughout Antiquity and the Early Middle Ages. *Anatomical Science International*, 91(1), 43–55. <https://doi.org/10.1007/s12565-015-0305-y>

Rohen, J. W., & Elke, L.-D. (2015). *Anatomy: A Photographic Atlas* (E. Lutjen-Drecol (ed.); 8th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.

Tortora, D. (2016). *Principios de Anatomía y Fisiología*. Panamericana.

Tubbs, R. S., & Paulk, P. B. (2015). Essential anatomy of the head and neck: the complete Delphi Panel list. In *Clinical anatomy* (New York, N.Y.) (Vol. 28, Issue 4, p. 423). <https://doi.org/10.1002/ca.22552>

Weber, E., & Kenneth, L. (2014). *Netter's Concise Radiologic Anatomy* (E. Weber (ed.); 5th ed.). Elsevier Health Sciences.

Wendt, C., Mobus, K., Weiner, D., Eskin, B., & Allegra, J. R. (2021). Prone Positioning of Patients With Coronavirus Disease 2019 Who Are Nonintubated in Hypoxic Respiratory Distress: Single-Site Retrospective Health Records Review. *Journal of Emergency Nursing*, 47(2), 279-287.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jen.2020.12.006>

Drake, R., & Vogl, W. (2015). *GRAY Anatomía para Estudiantes*. Elsevier.

Drake, R. (2020). *Gray's Atlas of Anatomy* (1 R. Pau (ed.); 3th ed.). Churchill Livingstone / Elsevier.

Drake, R. (2020). *Gray's Atlas of Anatomy* (1 R. Pau (ed.); 3th ed.). Churchill Livingstone / Elsevier.

Latarjet-Ruiz, L. (2019). *Anatomía Humana* (P. D. Levy (ed.); 5th ed.). Medica Panamericana.

Moore, K. L. (2018). *Anatomía con orientación clínica* (M. Pi-Guerrero (ed.); 8th ed.). Wolters Kluwer Health.

Tortora, D. (2016). *Principios de Anatomía y Fisiología*. Panamericana

A decorative pattern of light gray diamonds arranged in a grid, with some diamonds missing or faded, creating a textured, geometric background in the upper right portion of the page.

# II CAPÍTULO

## FISIOLOGÍA RESPIRATORIA

---

## EL DATO:

A la hipoxia se puede clasificarla dentro de 4 grupos, **HIPOXIA HIPÓXICA**: (también conocida como hipoxia de altitud) resulta de una inadecuada respiración (ej. enfermedades pulmonares) o una reducción en el  $O_2$  disponible (ej. ascender a grandes altitudes), y se caracteriza por bajos niveles de  $O_2$  en sangre; **HIPOXIA HISTOTÓXICA**: es el resultado de una incapacidad de la células de usar adecuadamente el oxígeno transportado por la hemoglobina, ocurre por la presencia de sustancias en la sangre como alcohol, narcóticos y otros venenos; **HIPOXIA DE ESTANCAMIENTO**: resulta de una falla en el transporte de la sangre oxigenada, es decir una reducción en el flujo sanguíneo sin detenerse completamente (ej. pacientes con falla cardiaca o infarto agudo de miocardio); **HIPOXIA ANÉMICA**: ocurre cuando existen muy pocas moléculas funcionales de hemoglobina (ej. intoxicación por monóxido de carbono, anemia falciforme) o hay un bajo número de glóbulos rojos (ej. hemorragia), pues esto disminuye la capacidad de transporte de  $O_2$  (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2018).



## GENERACIÓN DEL FLUJO INSPIRATORIO

Cuando los estímulos nerviosos que son enviados desde el centro respiratorio ubicado en bulbo raquídeo llegan al músculo diafragmático, éste se contrae y como consecuencia de ello se produce un aumento en el eje vertical de la caja torácica. El aumento del eje vertical provoca un aumento en el volumen de la caja torácica que genera una presión intratorácica subatmosférica. Parte de esta presión generada por los músculos respiratorios se consumirá en el desplazamiento de los pulmones hacia las paredes del tórax, lo que resta a presión se denomina presión apra para generar flujo debido a que cuando se abra la vía aérea superior se establecerá una diferencia de presión con la atmósfera que generará el flujo inspiratorio (Guyton & Hall, 2016).

## CONTROL DE LA RESPIRACIÓN

En ambos lados del bulbo raquídeo y de la protuberancia del tronco encefálico se localizan un conglomerado de neuronas especializadas, que en conjunto se denominan CENTRO RESPIRATORIO, éste se caracteriza por generar impulsos nerviosos para contraer o relajar los músculos respiratorios y de esta manera aumentar el tamaño del tórax.

El centro respiratorio, de acuerdo a sus funciones se puede dividir en 3 áreas:

### DEL RITMO BULBAR:

- Existen áreas inspiratorias y espiratorias cuya función es controlar el ritmo básico de la respiración, normalmente la inspiración dura alrededor de 2 segundos mientras que la espiración alrededor de 3.
- Los impulsos nerviosos del área inspiratoria establecen el ritmo básico de la respiración, mientras esta área permanezca activa se generaran impulsos durante 2 segundos, que se propongan hacia los músculos intercostales externos por medio de los nervios intercostales y al diafragma por los nervios frénicos. Cuando los impulsos llegan a los músculos, estos se contraen para generar una inspiración.
- Luego de 2 segundos, esta área se inactiva y cesan los impulsos nerviosos aferentes y los músculos intercostales externos y el diafragma se relajan alrededor de 3 segundos, para luego el ciclo repetirse (Rickards, 2019).



- Durante la respiración normal, el área espiratoria se mantiene inactiva, pero en la respiración forzada, los impulsos nerviosos del área inspiratoria activan el área espiratoria y los impulsos generados de esta área promueven la contracción de los músculos intercostales internos y abdominales para reducir el tamaño de la cavidad torácica y producir una espiración forzada.

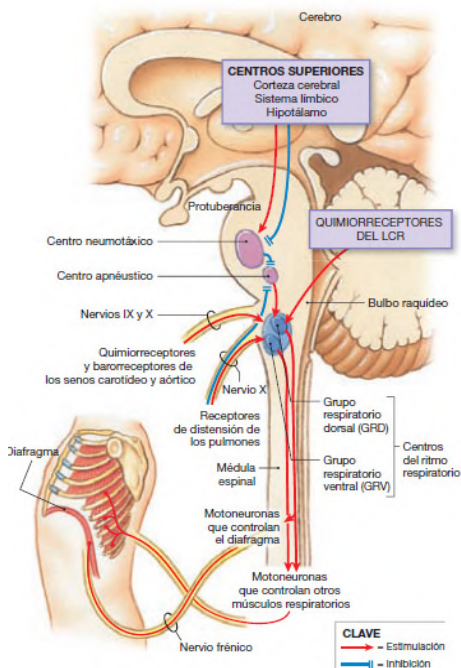
## NEUMOTÁXICA PONTINA

Localizada en la parte superior de la protuberancia, se encarga de transmitir impulsos inhibidores al área inspiratoria, que colabora a inactivarla antes de que los pulmones se insuflen de forma excesiva (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2018).

## APNÉUSTICA

Localizada en la parte inferior de la protuberancia, se encarga de coordinar la transición entre la inspiración y espiración, enviando impulsos estimuladores al área inspiratoria que la activa y prolonga la inspiración haciéndola más larga y profunda. Cuando el área neumotóxica esa activa, contrarresta las señales de esta área (Fitz-Clarke, 2020).

### *Ilustración 13: Control del proceso respiratorio*



**Fuente:** (Martini, Timmons, & Tallitsch, 2009)



## REGULACIÓN DEL CENTRO RESPIRATORIO

El área inspiratoria establece y coordina el ritmo básico de la respiración, pero este ritmo puede modificarse en respuesta a estímulos que provienen de otras zonas encefálicas o de receptores en el sistema nervioso periférico.

### INFLUENCIAS CORTICALES SOBRE LA RESPIRACIÓN:

- El patrón respiratorio se puede alterar voluntariamente debido a que la corteza cerebral tiene conexiones con el centro respiratorio, el control voluntario es protector porque permite evitar que el agua o gases irritantes ingresen a los pulmones.
- Cuando las concentraciones de  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}^+$  se elevan hasta ciertos niveles, el área inspiratoria recibe estímulos intensos que recorren los nervios frénicos e intercostales hasta los músculos inspiratorios para reiniciar la respiración, con independencia del deseo consiente del paciente.
- Si se contiene la respiración hasta provocar un desmayo, la respiración se reanuda cuando se pierde la conciencia.
- Los impulsos nerviosos que provienen del hipotálamo y del sistema límbico también estimulan al centro respiratorio permitiendo que los estímulos emocionales como la risa o el llanto alteren la respiración (Guyton & Hall, 2016).

### REGULACIÓN DE LA RESPIRACIÓN POR MEDIO DE QUIMIORRECEPTORES:

- Varios estímulos químicos regulan de forma rápida y profunda las respiraciones debido a que el cuerpo es muy sensible a los cambios de los niveles de  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$  en los líquidos corporales.
- Los quimiorreceptores son neuronas sensitivas que responden a cambios en la concentración de  $\text{H}^+$ ,  $\text{PCO}_2$  o en ambos en el caso del líquido cefalorraquídeo. Los quimiorreceptores periféricos se localizan en los cuerpos aórticos, situados en la pared del arco aórtico y en los cuerpos carotídeos que son nódulos ovalados en la pared de las arterias carótidas comunes izquierda y derecha justo donde ésta se divide en interna y externa.
- Los quimiorreceptores de los cuerpos carotídeos se encuentran cerca de los barorreceptores del seno carotídeo, los quimiorreceptores de los cuerpos aórticos se encuentran cerca de los barorreceptores aórticos (Los barorreceptores son receptores



sensitivos que controlan la presión arterial).

- Cuando el  $\text{CO}_2$  se combina con agua se transforma en ácido carbónico, este ácido se desdobra rápidamente en  $\text{H}^+$  y  $\text{HCO}_3^-$  incrementando la concentración sanguínea de  $\text{CO}_2$ , esta concentración provoca que a nivel intracelular se incremente la concentración de  $\text{H}^+$ , de igual forma sucede si la concentración de  $\text{CO}_2$  desciende.
- Los quimiorreceptores participan en un sistema de retroalimentación negativa que se encarga de regular el  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  y  $\text{H}^+$  en la sangre. El resultado del aumento de la  $\text{PCO}_2$ , la reducción del pH o de la  $\text{PO}_2$ , los impulsos que provienen de los quimiorreceptores centrales y periféricos activan con mayor intensidad el área inspiratoria por lo que la frecuencia y profundidad de las respiraciones aumenta, lo que permite que se inspire más  $\text{O}_2$  y espire más  $\text{CO}_2$  hasta el momento en el que la  $\text{PCO}_2$  y el pH desciendan hasta sus valores normales (Guyton & Hall, 2016).

## ENERGÍA REQUERIDA PARA LA RESPIRACIÓN

Del total de energía que genera el cuerpo humano, se consume un 3% al 5% durante la respiración normal para la ventilación pulmonar. Durante actividades físicas intensas, el consumo de energía puede aumentar hasta 50 veces el promedio de consumo normal, sobre todo si la persona experimenta cualquier aumento en el grado de resistencia de las vías aéreas o de una disminución de la distensibilidad pulmonar (Tortora, 2016).

## VOLUMEN RESPIRATORIO MINUTO

El volumen respiratorio minuto (VRM) es la cantidad total de aire nuevo que pasa en un minuto hacia las vías aéreas y es igual al volumen corriente que es aproximadamente de 500 ml por la frecuencia respiratoria (Fr) que para un paciente adulto se encuentra entre 12 respiraciones por minuto (National Association of Emergency Medical Technicians, 2020) así tenemos:

$$\text{VRM} = \text{Vc} * \text{Fr}$$

$$\text{VRM} = 500 \text{ ml} * 12$$

$$\text{VRM} = 6000 \text{ ml/min}$$



## VOLÚMENES Y CAPACIDADES PULMONARES

Tabla 8: Volúmenes Pulmonares

| Volúmen                 | Descripción                                                                                                                                          | Valores normales<br>ML | Abreviatura |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------|
| Corriente               | Volumen de aire que se inspiración expira en cada respiración normal.                                                                                | 500                    | Vc          |
| De reserva inspiratoria | Volumen adicional de aire que se puede inspirar desde el volumen corriente normal y por encima del mismo cuando se inspira con una fuerza plena.     | 3000                   | VRI         |
| De reserva expiratoria  | Volumen adicional máximo de aire que se puede espirar mediante una espiración forzada después del final de una espiración a volumen corriente normal | 1100                   | VRE         |
| Residual                | Volumen de aire que queda en los pulmones después de la espiración más forzada.                                                                      | 1200                   | VR          |

*Fuente:*(Tortora, 2016)



## FISIOLOGÍA RESPIRATORIA

En ciertas circunstancias es necesario considerar dos o más volúmenes combinados entre sí, a estas combinaciones se las denominan capacidades pulmonares:

**Tabla 9: Capacidades Pulmonares**

| Capacidades              | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Valores normales ML | Abreviatura |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------|
| <b>Inspiratoria</b>      | Es igual al volumen corriente más el volumen de reserva inspiratoria. Comienza al final de una espiración normal y distiende los pulmones hasta su máxima cantidad.                                                                                                                                 | 3500                | CI          |
| <b>Residual pulmonar</b> | Es igual al volumen de reserva espiratoria más el volumen residual, es decir la cantidad de aire que queda en los pulmones al final de una espiración normal.                                                                                                                                       | 2300                | CRF         |
| <b>Vital</b>             | Es igual al volumen de reserva inspiratoria más el volumen corriente más el volumen de reserva espiratoria. Es la cantidad máxima de aire que puede expulsar una persona desde los pulmones después de llenar antes los pulmones hasta su máxima distensión y después espirando la máxima cantidad. | 4600                | CV          |
| <b>Pulmonar total</b>    | Es el volumen máximo al que se pueden expandir los pulmones con el máximo esfuerzo posible. Es igual a la capacidad vital más el volumen residual.                                                                                                                                                  | 5800                | CPT         |

**Fuente:**(Tortora, 2016)



Algunas interpretaciones por medio de fórmulas:

| Tabla 10: Cálculo de capacidades pulmonares |                                                                                                                                |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Capacidades                                 | Cálculos                                                                                                                       |
| Inspiratoria                                | $CI = VC + VRI$<br>$CI = 500 \text{ ML} + 3000 \text{ ML}$<br><b><math>CI = 3500 \text{ ML}</math></b>                         |
| Residual funcional                          | $CRF = VRE + VR$<br>$CRF = 1100 \text{ ML} + 1200 \text{ ML}$<br><b><math>CRF = 2300 \text{ ML}</math></b>                     |
| Vital                                       | $CV = VRI + Vc + VRE$<br>$CV = 3000 \text{ ML} + 500 \text{ ML} + 1100 \text{ ML}$<br><b><math>CV = 4600 \text{ ML}</math></b> |
| Pulmonar total                              | $CPT = CV + VR$<br>$CPT = 4600 \text{ ML} + 1200 \text{ ML}$<br><b><math>CPT = 5800 \text{ ML}</math></b>                      |

*Fuente: (Tortora, 2016)*



## SONIDOS PULMONARES

Los sonidos pulmonares son manifestaciones de la función pulmonar, se escuchan a través de la pared torácica con el uso de un estetoscopio, estos sonidos pueden clasificarse como normales y anormales.

### SONIDOS RESPIRATORIOS NORMALES

Son originados por el flujo de aire que causa turbulencias y vibraciones a través de las vías aéreas. Los sonidos respiratorios normales se clasifican en bronquiales, vesiculares o bronco vesiculares, tienen diferentes propiedades acústicas según las características anatómicas del lugar donde se ausculta. Los sonidos bronquiales (también llamados sonidos tubulares) normalmente surgen del árbol traqueobronquial y los sonidos vesiculares normalmente surgen del parénquima pulmonar más fino (Zimmerman & Williams, 2021).

### SONIDOS RESPIRATORIOS ANORMALES O ESTERTORES

Acompañan a los ruidos respiratorios normales, cada ruido tiene características específicas dependiendo del área de su origen (bronquios, pulmón y la cavidad pleural). Cada ruido anormal tiene un significado semiológico diferente que orienta al diagnóstico y tratamiento, los ruidos más comunes son los crepitantes o rales, los roncus y sibilancias.

Los crepitantes (crepitantes) se generan cuando las vías respiratorias pequeñas se abren con la inspiración, por lo tanto, son predominantemente inspiratorios, estos a su vez pueden ser finos o gruesos dependiendo del tamaño de la vía aérea que se abre (vías respiratorias más grandes, de tono más profundo, crepitantes más gruesos) (Tomos et al., 2016).

Las sibilancias y los ronquidos tienen la misma fisiopatología y están separados solo por el tono, se producen por el aleteo de las vías respiratorias estrechadas y el aire que circula por ellas. Las sibilancias son sonidos musicales causados por el movimiento del aire a través de pequeñas vías respiratorias constreñidas, como los bronquiolos. Los ronquidos son sonidos ásperos y fuertes causados por la constricción de las vías respiratorias más grandes, incluidos los conductos traqueobronquiales, estos sonidos se producen durante la espiración, o tanto en la inspiración como en la espiración, pero no se producen únicamente en la inspiración (Zimmerman & Williams, 2021).



El estridor es un sonido agudo que se origina en las vías respiratorias superiores y ocurre durante la inspiración. Se distingue de otros sonidos por su intensidad en el cuello más que en el pecho, el tiempo (inspiratorio) y el tono (alto). Al igual que las sibilancias, el estridor se produce por el estrechamiento de las vías respiratorias, pero solo en las vías respiratorias superiores.

Un roce pleural es un sonido chirriante que proviene de pleuras inflamadas que se frotan entre sí. Por lo general, es más fuerte que otros sonidos pulmonares debido a que se genera más cerca de la pared torácica. Los roces por lo general ocurren durante la inspiración y la espiración, los roces se confunden más a menudo con crepitantes, pero se distinguen por la cualidad bifásica y localizada de la frotación, a menudo con un dolor puntual suprayacente en la pared torácica. La siguiente tabla resume los ruidos y sus características (Horn et al., 2017).

**Ilustración 14:** *Auscultación de ruidos pulmonares*





| Nomenclatura            | Características                                                  | Localización                                        | Enfermedades asociadas                                                      |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ruidos normales</b>  |                                                                  |                                                     |                                                                             |
| Ruido traqueal          | Timbre tubular, hueco, inspiración y espiración                  | Escotadura esternal o región cervical lateral       |                                                                             |
| Murmullo pulmonar       | Suave, inspiración y fase inicial espiración                     | Mayor parte del tórax                               |                                                                             |
| <b>Ruidos anormales</b> |                                                                  |                                                     |                                                                             |
| Estridor                | Tono agudo de alta intensidad<br>Inspiración, puede ser bifásico | Mayor en el cuello se irradia a tórax               | Laringitis aguda, laringomalacia, epiglotitis, anafylaxia, parálisis cordal |
| Sibilancias             | Tonalidad aguda<br>Espiración, puede ser bifásico                | Mayor parte del tórax<br>Se transmiten a la boca    | Asma, EPOC, cuerpo extraño, Anillos vasculares, tumores                     |
| Roncus                  | Tonalidad grave<br>Espiración, puede ser bifásico                | Mayor parte del tórax                               | Asma, bronquiolititis                                                       |
| Crepitantes finos       | Ruido explosivo, corto<br>Presente al final de la inspiración    | Mayor parte del tórax<br>No se transmiten a la boca | Bronquiolititis, neumonía, fibrosis pulmonar                                |
| Crepitantes gruesos     | Ruido de estallido, alta intensidad<br>Presente en ambas fases   | Mayor parte del tórax<br>Se transmite a la boca     | Bronquiectasias, bronquitis aguda, traqueotomía                             |
| Frote pleural           | Explosivo<br>Presente en ambas fases                             | Bases pulmonares y región axilar                    | Pleuritis, empiema pleural                                                  |

**Fuente:** (Zimmerman & Williams, 2021).



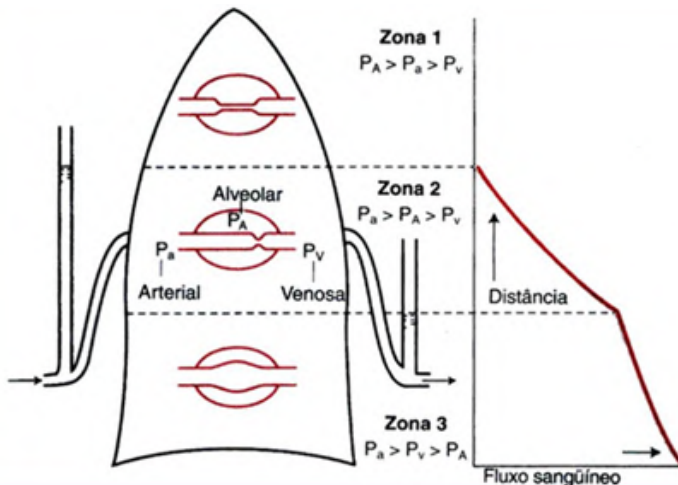
## ZONAS DE WEST

El flujo de sangre capilar al alvéolo depende tanto de la presión de gas dentro del alvéolo, como de los efectos de la gravedad sobre la misma.

En posición erguida, tanto la ventilación como la perfusión aumentan desde la parte superior a la inferior del pulmón. Tradicionalmente, esto se atribuye al efecto de la gravedad descrito por el doctor John B. West, en 1964 él planteó el modelo gravitacional de ventilación y perfusión. Para la formulación de dicho modelo perfundió el pulmón de un perro con sangre + xenón radiactivo. Luego midió la radiactividad a lo largo del pulmón y descubrió que había un gradiente vertical de perfusión y que, según los resultados, el pulmón podía dividirse en distintas zonas (Chambers et al., 2015; West et al., 1964).

Según el modelo de West, la perfusión sanguínea pulmonar es más baja en los ápices y aumenta gradualmente hacia las bases pulmonares, y lo opuesto sucede con la ventilación alveolar: es más baja en las bases y más alta en los ápices. De esta manera, West dividió el pulmón en tres zonas verticales numeradas del 1 (en el ápice) al 3 (en la base) (Hlcneto, 2021).

**Ilustración 15:** Zonas de West



*Fuente:* (Hlcneto, 2021)



Las zonas de West reconocen que, además de los efectos de la gravedad, la presión del aire dentro de los alvéolos (presión alveolar) también influye en el flujo sanguíneo. Esto es vital durante el manejo de pacientes en cuidados intensivos, ya que la ventilación con presión positiva modifica significativamente la presión alveolar y altera la relación ventilación/perfusión ( $V/Q$ ). (Hlcneto, 2021).

## ¿Cómo las zonas de West influyen en las presiones arterial, venosa y alveolar?

Las zonas de West tienen en cuenta el efecto de la presión alveolar sobre el flujo sanguíneo pulmonar.

### ZONA 1 DE WEST

West en su artículo original, define la zona 1 como la región del pulmón ubicada por encima del nivel en el que las presiones arterial y alveolar son iguales. En otras palabras: es la región del pulmón donde la presión alveolar es mayor que la presión arterial pulmonar. Como resultado, las arterias pulmonares se constriñen y cierran, impidiendo el flujo de sangre en esta zona y creando una zona de espacio muerto (Hlcneto, 2021).

Clásicamente, la Zona 1 se describe como una zona de no perfusión, representada por:  $P_A > P_a > P_v$  (la Presión Alveolar es mayor que la Presión Arterial, que es mayor que la Presión Venosa). Cabe recalcar que, en circunstancias normales, la Zona 1 (una región mal perfundida que contiene mucho espacio muerto) no existe y solo se manifiesta en ciertos escenarios: o hipovolemia y ventilación con presión positiva (Chambers et al., 2015)

En resumen, las condiciones en la Zona 1 son:

- La presión alveolar excede la presión arterial y venosa capilar pulmonar. Por lo tanto, los capilares están colapsados.
- Existe poco intercambio de gases.

### ZONA 2 DE WEST

“La zona 2 es la parte del pulmón ubicada entre el nivel en el que la presión arterial y alveolar son iguales y el nivel en el que la presión venosa y alveolar son iguales” (West et al., 1964). Otra forma de definir la zona 2 es: la región del pulmón donde la presión arterial pulmonar excede la presión alveolar; sin embargo, las presiones alveolares exceden las presiones venosas pulmonares:  $P_a > P_A > P_V$ . Su importancia radica en que esta zona representa la mayor parte del pulmón en la mayoría de las



personas sanas y en la mayoría de las posturas (Hlcneto, 2021).

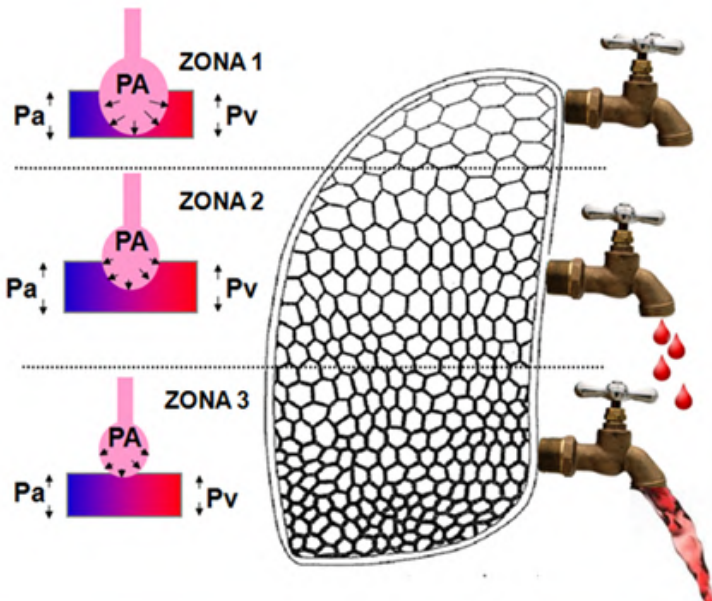
- La presión arterial pulmonar excede la presión alveolar.
- La presión alveolar excede la presión venosa pulmonar.

## ZONA 3 DE WEST

En este segmento del pulmón tanto la presión arterial como la venosa son mayores que la presión alveolar debido a los efectos de la gravedad sobre el flujo sanguíneo. La sangre capilar fluye continuamente a lo largo del ciclo cardíaco; el flujo depende de la diferencia de presión arterial-venosa. La Zona 3 de West se encuentra en las secciones inferiores del pulmón y representa las áreas que reciben las tasas más altas de flujo sanguíneo pulmonar. Podemos entender que así es como se comportan los pulmones sanos por debajo del nivel del hilio (Hlcneto, 2021).

- Esta zona se encuentra ampliamente perfundida.
- La ventilación en la zona 3 se encuentra disminuida.

*Ilustración 16: Zonas de West*



*Fuente: (Hlcneto, 2021)*



En el manejo integral de la vía aérea, se utiliza terminología médica común para referirse a estados fisiológicos, patológicos o clínicos, dentro de los más destacados se encuentran:

*Tabla 12: Términos respiratorios*

|                  |                                                                                                           |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Eupnea</b>    | Patrón respiratorio normal                                                                                |
| <b>Apnea</b>     | Suspensión transitoria de la respiración, periodos mayores a 15 segundos requieren intervención inmediata |
| <b>Disnea</b>    | Sensación subjetiva de falta de aire o sensación de dificultad para respirar                              |
| <b>Taquipnea</b> | Aumento de la frecuencia respiratoria sobre el rango normal                                               |
| <b>Bradipnea</b> | Descenso de la frecuencia respiratoria bajo el rango normal                                               |
| <b>Hiperpnea</b> | Aumento en la profundidad de la ventilación                                                               |
| <b>Hipopnea</b>  | Disminución en la profundidad de la ventilación                                                           |
| <b>Ortopnea</b>  | Disnea que se presenta en decúbito supino, se traduce a edema agudo de pulmón                             |
| <b>Trepopnea</b> | Disnea que aparece en decúbito lateral, se traduce a insuficiencia cardíaca                               |
| <b>Hipoxia</b>   | Disminución de la concentración de oxígeno en el tejido celular                                           |
| <b>Hipoxemia</b> | Disminución de la concentración de oxígeno en la sangre                                                   |

*Fuente:*(American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2018; Rengasamy et al., 2021)

Los patrones respiratorios son las características cualitativas de la respiración durante su ciclo, estos pueden ser normales o patológicos, su correcta interpretación puede orientar al diagnóstico clínico y revelar su etiología, durante la evaluación de los patrones respiratorios es importante considerar las características de la frecuencia, profundidad y ritmo.



El término de Frecuencia Respiratoria, hace referencia al número de inspiraciones realizadas en minuto, el rango de estas varía entre los diferentes grupos etarios, así tenemos:

Tabla 13: Frecuencia Respiratoria

| Grupo          | Edad                   | Ventilaciones por minuto |
|----------------|------------------------|--------------------------|
| RN             | Nacimiento – 6 semanas | 40 - 60                  |
| Infante        | 7 semanas – 1 año      | 30 – 40                  |
| Lactante mayor | 1 – 2 años             | 20 – 30                  |
| Preescolar     | 2 – 6 años             | 20 – 30                  |
| Escolar        | 6 – 13 años            | 12 – 20                  |
| Adolescente    | 13 – 16 años           | 12 – 20                  |
| Adulto         | 16 años y más          | 12 – 20                  |

PATRONES RESPIRATORIOS

Tabla 14: Patrones respiratorios

| Patrón         | Características                                                                                                                                | Contexto clínico                                                                                                                        | Gráfico |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Eupnea         | Presenta ritmo, frecuencia y profundidad estables                                                                                              | Patrón fisiológico de la respiración                                                                                                    |         |
| Chey-ne-Stokes | Ciclos de taquipnea e hiperpnea con progresiva amplitud hasta un pico máximo y descenso gradual hasta llegar a un periodo de apnea (20-30 seg) | Refleja afectación hemisférica bilateral<br><br>Compromiso de diencéfalo, ganglios basales, depresión por fármacos, hipoxia, meningitis |         |



|               |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                             |  |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Kuss-<br>maul | <p>Hiperpnea<br/>rápida y<br/>mantenida</p> <p>Al llegar a una<br/>Fr 40 a 70 se<br/>considera<br/><i>respiración neu-<br/>rogénica central</i></p> | <p>Se presenta en<br/>acidosis me-<br/>tabólica grave<br/>y lesiones en<br/>mesencéfalo</p>                                                                                                                                 |  |
| Biot          | <p>Respiración que<br/>mantiene algu-<br/>na ritmicidad,<br/>pero interrup-<br/>tida por perio-<br/>dos de apnea</p>                                | <p>Se observa<br/>en lesiones<br/>del bulbo<br/>raquídeo o en<br/>meningitis</p> <p>Puede avan-<br/>zar a respira-<br/>ción atáxica</p>                                                                                     |  |
| Atáxica       | <p>Respiración<br/>completamente<br/>irregular sin<br/>ritmo</p>                                                                                    | <p>Lesión en bul-<br/>bo raquídeo</p> <p>Respiración<br/>atáxica + pa-<br/>rálisis del III<br/>par craneal<br/>es signo de<br/>compresión<br/>inminente del<br/>tronco cere-<br/>bral</p> <p>Premonitorio<br/>de muerte</p> |  |



## BIBLIOGRAFÍA

(Guyton & Hall, 2016) (Rickards, 2019) (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2018).

(Fitz-Clarke, 2020) (Drake, 2020)(National Association of Emergency Medical Technicians, 2020) (Tortora, 2016)(Tomos et al., 2016).(Horn et al., 2017) (Chambers et al., 2015; West et al., 1964) (Hlcneto, 2021). (Chambers et al., 2015) (West et al., 1964)

American Academy of Orthopaedic Surgeons, A. (2018). Critical Care Transport. Jones & Bartlett Learning, LLC, 2020.

Chambers, D., Huang, C., & Matthews, G. (2015). West zones. Basic Physiology for Anaesthetists, 72–73. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139226394.017>

Drake, R. (2020). Gray's Atlas of Anatomy (1 R. Pau (ed.); 3th ed.). Churchill Livingstone / Elsevier.

Fitz-Clarke, J. R. (2020). Effect of tidal volume on gas exchange during rescue ventilation. Respiratory Physiology & Neurobiology, 273, 103335. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2019.103335>

Guyton, A., & Hall, J. E. (2016). Tratado de Fisiología Médica (13th ed.). Elsevier.

Hlcneto. (2021, March 17). Zonas de West, Basicamente o essencial. O Guia Do Fisioterapeuta. <https://guiadofisio.com.br/zonas-de-west-basicamente-o-essencial/>

Horn, G. T., Bowling, F., Lowe, D. E., Parimore, J. G., Stagliano, D. R., & Studer, N. M. (2017). Manikin Human-Patient Simulator Training. Journal of Special Operations Medicine : A Peer Reviewed Journal for SOF Medical Professionals, 17(2), 89–95. <https://doi.org/10.55460/0SE6-Q7TF>

National Association of Emergency Medical Technicians, (NAEMT). (2020). PHTLS: Prehospital Life Support (9th ed.). Jones & Bartlett Learning, LLC, 2020.

Rickards, C. A. (2019). Vive la résistance! The role of inspiratory resistance breathing on cerebral blood flow. Respiratory Physiology & Neurobiology, 265, 76–82. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2018.10.001>

Tomos, I., Karakatsani, A., Manali, E. D., & Papiris, S. A. (2016). La exploración del tórax: una guía para descifrar sus mensajes. Revista de La Facultad de Medicina (México). [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0026-17422016000600043&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422016000600043&lng=es&nrm=iso)

Tortora, D. (2016). Principios de Anatomía y Fisiología. Panamericana.

West, J. B., Dollery, C. T., & Naimark, A. (1964). Distribution of blood flow in isolated lung: relation to vascular and alveolar pressures. Journal of Applied Physiology, 19(4), 713–724. <https://doi.org/10.1152/JAPPL.1964.19.4.713>

American Academy of Orthopaedic Surgeons, A. (2018). Critical Care Transport. Jones & Bartlett

Learning, LLC, 2020.

Rengasamy, S., Nassef, B., Bilotta, F., Pugliese, F., Nozari, A., & Ortega, R. (2021). Administration of Supplemental Oxygen. *New England Journal of Medicine*, 385(3), e9. <https://doi.org/10.1056/NEJM-vcm2035240>

Sociedad Estudiantil de Paramédicos Dominique Larrey (SOEP-DL). (2021). Patrones Respiratorios. Sociedad Estudiantil de Paramédicos Dominique Larrey (SOEP-DL). <https://www.instagram.com/p/CLvHZyUBwjP/>



# III CAPÍTULO

## OXIGENOTERAPIA

---

## EL DATO:

El principio Venturi lleva el nombre de su descubridor Giovanni Battista Venturi (1797). Este principio es un fenómeno físico que consiste en que cuando un fluido o gas en movimiento dentro de un conducto de determinada sección, atraviesa una sección menor, inevitablemente aumentará su velocidad, en base a ello la mascarilla Venturi aprovecha el principio de mezcla a chorro para arrastrar y mezclar aire ambiental con oxígeno. A medida que el oxígeno pasa a través de un pequeño orificio hacia una cámara más grande, su velocidad aumenta, esto hace que el aire ambiente sea arrastrado con el oxígeno, el arrastre de aire se puede controlar mediante la manipulación del orificio o el tamaño del puerto de arrastre de aire, produciendo así una mezcla de gases con una Fio<sub>2</sub> predeterminada, permitiendo un flujo de aire tan alto como 60 a 70 L/min (Rengasamy et al., 2021; Rodríguez, 2022).



## PRINCIPIOS BÁSICOS

Debido a que las manifestaciones clínicas, cuando existen cambios en los niveles de oxigenación son imposibles de evidenciar rápidamente, la pulsioximetría al ser un método no invasivo para medir continuamente la saturación arterial de oxígeno resulta muy importante durante todo el tiempo en que se maneje al paciente. Se debe tomar en cuenta que la pulsioximetría no mide la presión arterial de  $O_2$  ( $PaO_2$ ) sino la carga de concentración de oxígeno que tiene la hemoglobina, pero dependiendo de la posición de la curva de disociación de la hemoglobina, la diferencia entre ambos valores puede ser importante, por lo tanto una saturación de 95% o más determinada por medio de pulsioximetría continua, es una evidencia cuantitativa de alto valor de una oxigenación arterial periférica aceptable de más de 70 mmHg. Sin embargo la confiabilidad de la medición de los valores de saturación de oxígeno por medio de la pulsioximetría se ven reducidos debido a situaciones en donde la perfusión periférica no sea adecuada, relacionada principalmente por una vasoconstricción importante, intoxicaciones por monóxido de carbono, anemia profunda (Hemoglobina menor de 5 g/dl), hipotermia (Temperaturas menores a los  $33^{\circ}C$ .).

*Ilustración 17: Administración de  $O_2$  suplementario*





## OXIGENOTERAPIA

En la siguiente Tabla e Ilustración, se detalla la correlación entre la saturación de oxígeno ( $\text{SatO}_2$ ) por medio de pulsioximetría y la presión parcial de  $\text{O}_2$  ( $\text{PaO}_2$ ):

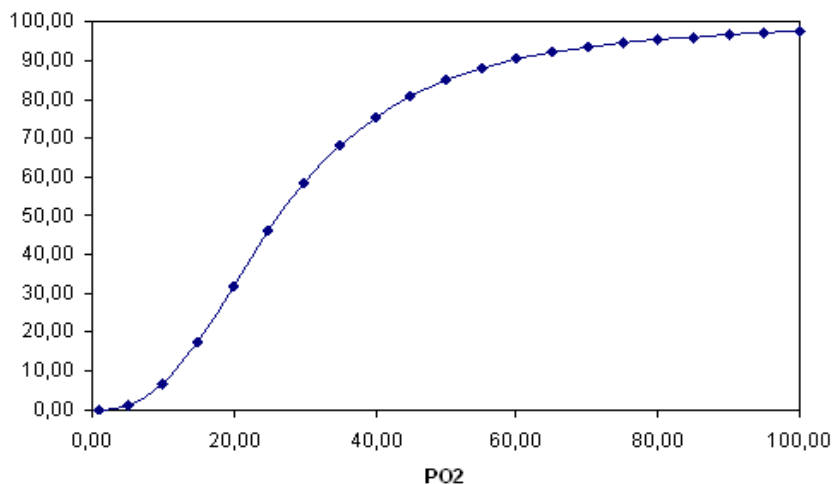
**TABLA 15: Relación entre la  $\text{SatO}_2$  y  $\text{PaO}_2$**

| Niveles de $\text{PaO}_2$<br>mmHg | Nivel de $\text{SatO}_2$ % |
|-----------------------------------|----------------------------|
| $\geq 90$ mmHg                    | 100%                       |
| 60 mmHg                           | 90%                        |
| 30 mmHg                           | 60%                        |
| 27 mmHg                           | 50%                        |

*Fuente: (American College of Surgeons, 2018)*

**Ilustración 18: Relación entre la  $\text{SatO}_2$  y  $\text{PaO}_2$**

saturation Hb



*Fuente: (Guerrero, M. 2010)*



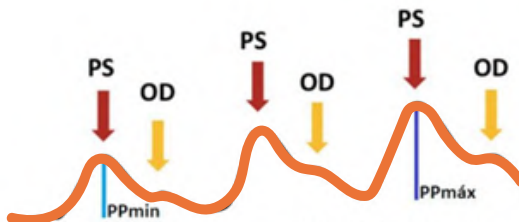
## PLETISMOGRAFÍA

Durante el monitoreo de la saturación de oxígeno, actualmente, varios modelos de pulsioxímetros, muestran en sus pantallas las ondas pletismográficas, convirtiéndolas en una excelente herramienta de valoración hemodinámica tanto a nivel pre-hospitalario como hospitalario. La imagen de la onda pletismográfica representa el estado pulsátil de los vasos sanguíneos irradiados por el haz de luz del oxímetro, las variaciones en el tamaño y posición de la onda son debidas a los cambios en el volumen sanguíneo local y la resistencia vascular (Elgendi, 2012).

La anatomía de la curva pletismográfica puede proporcionar valiosa información sobre el estado actual del volumen sistólico y de las resistencias vasculares periféricas. El análisis morfológico de la onda pletismográfica se da por el índice de perfusión (PI), esta variable analiza la forma de la onda, la cual refleja el tono vasomotor periférico (Shelley, 2007).

Se puede identificar dos puntos o segmentos en la onda de pletismografía de pulso y su entendimiento nos facilitaría la comprensión del estado hemodinámico del paciente. El primer segmento de la onda es el Pico Sistólico (PS), en el cual se representa el volumen latido cardíaco del paciente, el segundo segmento es la Onda Dicrota (OD), generalmente se visualiza como una muesca con la onda de pletismografía, la posición de la muesca representa el estado de resistencia vascular en la zona de medición.

**Ilustración 19:** Segmentos de la onda pletismográfica

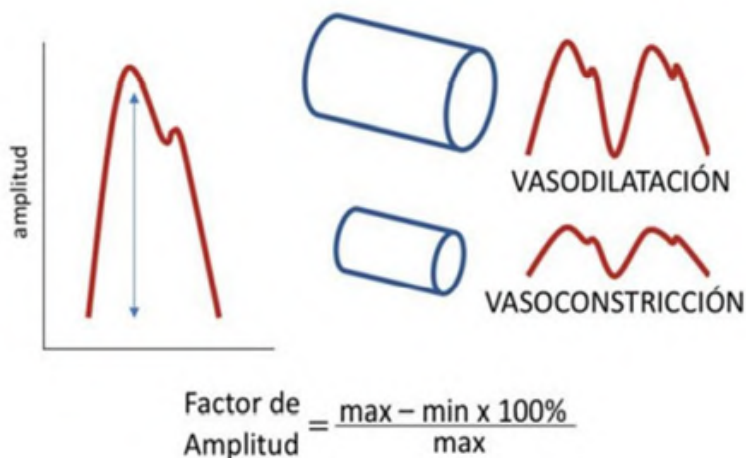


**Nota:** PS: Pico Sistólico; OD: Onda Dicrota; PPmáx: Presión pico máxima; PPmin: Presión pico mínima. **Fuente:** (Rubén et al., 2019)



Entendiendo estos breves conceptos, se puede comprender que las características de la onda pletismográfica están relacionadas con el estado vascular de las arterias periféricas de la siguiente manera, entre mayor sea la amplitud de la onda mayor será la vasodilatación, pudiendo clasificarse como leve, moderada o severa. Por el contrario, mientras menor sea la amplitud de la onda mayor será la vasoconstricción arterial periférica. Adicional a esto, la posición de la onda dicota en relación con el pico sistólico máximo nos ofrece cierta información, si la posición de la muesca se encuentra por arriba del 50% de la amplitud, la tendencia será de vasoconstricción, mientras que, si la posición de la muesca de la OD se encuentra por debajo del 50% de la amplitud de la onda pletismográfica, la tendencia será de vasodilatación arterial (Rubén et al., 2019).

### *Ilustración 20: Características de las ondas pletismográficas*



**Nota:** Características de las ondas de pletismografía de acuerdo patrón hemodinámico de vasodilatación (ej. sepsis, anafilaxia) o vasoconstricción (ej. hipovolemia) y fórmula del factor de amplitud **Fuente:** (Rubén et al., 2019)



## ONDAS PLETISMOGRÁFICAS

Comprender e interpretar adecuadamente la onda de pletismografía es de gran utilidad clínica en el monitoreo respiratorio y hemodinámico del paciente crítico, principalmente en ambientes donde los recursos tecnológicos son escasos o inexistentes.

Por ejemplo, en caso de tener un paciente con hipotensión y se acompañe de un patrón pletismográfico de vasodilatación podríamos inferir en shock distributivo (vasodilatado), por el contrario, si se asociara a un patrón de vasoconstricción pensaríamos en un choque que afecte el volumen sistólico (hipovolémico, cardiogénico, obstructivo); es importante recalcar que no es un parámetro único para el diagnóstico o monitoreo, pues existen ciertos factores como el frío los cuales pueden generar falsos positivos, si a una persona sana la cual por condiciones ambientales presenta bajas temperaturas a nivel periférico (dedos de las manos, principal sitio de colocación del pulsioxímetro) le colocamos un oxímetro de pulso y analizamos la onda de pletismografía probablemente encontraríamos una onda PS muy estrecha y una OD muy corta, pero esto NO representa un estado patológico como shock hipovolémico sino, únicamente la vasoconstricción periférica propia de la respuesta fisiológica adaptativa del cuerpo al descenso de temperatura, por ello es prudente siempre que se analice la onda pletismográfica valorarla junto con el índice de perfusión PI (Rubén et al., 2019).

Además del valor diagnóstico, el análisis de la onda pletismográfica a través del índice de variabilidad pletismográfica (IVP) nos sirve como un predictor de respuesta al volumen en el paciente crítico (ej. Shock séptico), se ha establecido que un  $IVP > 14\%$  se asocia a paciente respondedor de volumen. (Rubén et al., 2019).

Para calcular el IVP se utiliza la siguiente fórmula:

$$\frac{(\text{PI máx.} - \text{PI mín.})}{\text{PI máx.}} \times 100$$



# OXIGENOTERAPIA

**Ilustración 21:** Tipos de las ondas pletismográficas

| Tono Vascular   | Normal | Vasoconstricción |          | Vasodilatación |          |        |
|-----------------|--------|------------------|----------|----------------|----------|--------|
|                 |        | Severa           | Moderada | Leve           | Moderada | Severa |
| Forma Onda      |        |                  |          |                |          |        |
| Amplitud        | =      | ↓↓↓              | ↓↓       | ↑              | ↑↑       | ↑↑↑    |
| Posición muesca | =      | ↑↑↑              | ↑↑       | ↓              | ↓↓       | ↓↓↓    |

*Fuente:* (Rubén et al., 2019)

**Ilustración 22:** Tipos de choques y sus ondas

| Tipo de Choque              | Sintomatología                                                                                                                                                                     | Frecuencia cardíaca | Piel   | SaO <sub>2</sub>               | Presión de pulso | Onda de pletismografía | Tratamiento inmediato                                                                                                                                      |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------|--------------------------------|------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hipovolémico                | <b>Hemorragia:</b> Trauma, hemorragia visible o sospecha de hemorragia oculta.<br><b>Deshidratación:</b> Diarrea, náusea, vómito.                                                  | ↑↑                  | Fría   | Normal                         | ↓                |                        | <b>Hemorragia:</b> Detener el sangrado, fluidoterapia IV, hemostáticos, hemoderivados.<br><b>Deshidratación:</b> Hidratación oral o IV.                    |
| Cardiogénico                | Dolor torácico, trauma, equivalentes anginosos. Valvulopatías.                                                                                                                     | ↑↓                  | Fría   | ↓ Normal o en IAMVI            | ↓                |                        | Inotrópico, vasopresor, reperfusión, soporte ventricular, cirugía cardíaca.                                                                                |
| Obstructivo                 | <b>Tamponade:</b> Trauma torácico, pericarditis, derrame pericárdico.<br><b>Neumotórax a tensión:</b> Trauma torácico, EPOC.<br><b>TEP:</b> trombofilias, postración, cáncer, etc. | ↑                   | Fría   | Normal y en TEP y ↓ Neumotórax | ↓                |                        | <b>Tamponade:</b> Drenaje pericárdico o<br><b>Neumotórax a tensión:</b> Drenaje pleural<br><b>TEP:</b> Trombolisis, trombectomía, etc.                     |
| Vasodilatado (Distributivo) | <b>Sepsis:</b> Fiebre, sospecha de infección o infección confirmada.<br><b>Anafilaxia:</b> Alergenos, fármacos.<br><b>Neurogénico:</b> Trauma raquímedular. TCE.                   | ↑                   | Cálida | Normal                         | ↑                |                        | <b>Sepsis:</b> Antibiótico, vasopresor, fluidos.<br><b>Anafilaxia:</b> Vasopresor (adrenalina).<br><b>Neurogénico:</b> Vasopresor, cronotrópicos, cirugía. |

*Fuente:* (Rubén et al., 2019)



## ÍNDICE DE PERFUSIÓN

El índice de perfusión o PI es la relación entre el flujo sanguíneo pulsátil y el flujo sanguíneo estático no pulsátil en el tejido periférico de un paciente. El índice de perfusión es una indicación de la fuerza del pulso en el sitio del sensor. Los valores de PI oscilan entre el 0,02% para un pulso muy débil y el 20% para un pulso extremadamente fuerte. El índice de perfusión varía según los pacientes, las condiciones fisiológicas y los sitios de monitorización (Pinto et al., 2002).

No existe un valor "normal" específico para el índice de perfusión. Un índice de perfusión más alto significa un mayor flujo de sangre al dedo y un índice de perfusión más bajo significa un flujo de sangre más bajo al dedo (Amperor, 2021).

El índice de perfusión se controla normalmente con pulsioxímetros. El PI también es un buen indicador de la fiabilidad de la lectura del pulsioxímetro, el fabricante informa que el límite inferior y superior de la normalidad es 0,3 y 10,0 respectivamente (He et al., 2013). Para la mayoría de los oxímetros de pulso para uso general, la lectura no es confiable o no está disponible si el PI es igual o inferior al 0.4. Hay dispositivos disponibles en el mercado diseñados para PI extremadamente baja, un índice de perfusión agrega mucha sensibilidad al sensor del oxímetro (MASIMO, 2020).

### *Ilustración 23: Pulsioxímetro*



*Fuente: (Rubén et al., 2019)*



Los cambios en el tono nervioso simpático afectan el tono del músculo liso, alterando así los niveles de perfusión.

Un valor de corte del índice de perfusión periférica de 1,4 refleja mejor la presencia de mala perfusión periférica en pacientes críticamente enfermos (Pinto et al., 2002). Volviéndose así una herramienta útil de monitoreo hemodinámico no invasivo al momento de la reanimación de un paciente tanto en el entorno hospitalario como prehospitalario.

### *Ilustración 24: Evaluación de la pulsioximetría*



## DISPOSITIVOS PARA LA OXIGENACIÓN

Los dispositivos para suministrar oxígeno complementario a los pacientes se dividen en sistemas de bajo y alto flujo en relación a las necesidades fisiológicas de la concentración de oxígeno que se necesite suministrar de acuerdo a la condición clínica del paciente.

### CÁNULAS NASALES

Son dispositivos de administración suplementaria de oxígeno más sencillos, utilizados y mejor tolerados por el paciente. Se indican para aquellos pacientes que necesitan un bajo aporte de  $O_2$ , como en los casos de enfermedad aguda o crónica asociada a hipoxemia y dificultad respiratoria leve, necesidades de  $O_2$  a largo plazo, recuperación post anestésica. Son tubos plásticos que no contienen látex, ligeros y flexibles, tienen una extensión de dos puntas entre 0.5-1 cm. cada una, se adaptan a las fosas nasales y se sostienen sobre los pabellones auriculares, lo que permite al paciente hablar, comer, dormir y expectorar sin interrumpir el aporte de oxígeno. En el mercado comercial están disponibles en tamaño para pacientes adultos y pediátricos (Rengasamy et al., 2021).

*Ilustración 25: Cánulas nasales*





### CÁNULAS NASALES DE ALTO FLUJO

La oxigenoterapia es la principal herramienta en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica, habitualmente se realiza con cánulas nasales, mascarillas con o sin reservorio a un flujo no mayor de 15L/min. Si bien estos dispositivos son herramientas útiles en el manejo del paciente hipoxémico muchas de la veces producen una dilución del oxígeno administrado, esto resulta de la diferencia de flujo suministrado por el dispositivo y el flujo inspirado por el paciente, generando una mezcla entre oxígeno y aire ambiente; en un paciente con insuficiencia respiratoria el requerimiento puede variar entre 30 a 120L/min, ante este importante requerimiento la oxigenoterapia de alto flujo se convierte en una herramienta viable en el tratamiento del paciente agudo. La Oxigenoterapia de Alto fFujo (OAF) consiste en aportar un flujo de oxígeno, solo o mezclado con aire, por encima del flujo pico inspiratorio del paciente, a través de una cánula nasal, en la que el gas se humidifica hasta alcanzar una humedad relativa del 95 al 100% , además el aire u oxígeno suministrado se calienta hasta valores de 31 a 37°C, permitiendo mantener el confort en el paciente (AVENTHO, 2020).

**Ilustración 26:** Cánula nasal de alto flujo





La OAF cuenta con extensa evidencia que apoya su uso en diferentes escenarios y pacientes como neonatos, niños y adultos, si bien el dispositivo existía hace varios años su uso se ha popularizado en los últimos años por la pandemia COVID-19 donde demostraron ser una adecuada herramienta en el manejo de pacientes con insuficiencia respiratoria, incluso siendo comparable a la ventilación mecánica no invasiva en cuanto a utilidad y resultados favorables en el paciente (Ding et al., 2020).

Los escenarios clínicos que actualmente se plantean para el uso de OAF son:

## *Cuadro 1: Indicaciones para OAF*

- Insuficiencia respiratoria hipoxémica
- Estrategia de retiro de la ventilación mecánica
- Estrategia ventilatoria en procedimientos anestésicos
- Síndrome de distrés respiratorio agudo
- Insuficiencia cardíaca aguda
- Insuficiencia cardíaca crónica
- Oxigenación pre-intubación
- Insuficiencia respiratoria hipercápica
- Apnea obstructiva del sueño
- Enfermedad pulmonar obstructiva crónica

La OAF cuenta con mecanismos de acción que pueden ayudar a mejorar la insuficiencia respiratoria del paciente, aumentando la fracción inspirada de oxígeno y generando una presión continua en la vía respiratoria a la vez que suministra oxígeno calentado y humidificado permitiendo confort en el paciente.

Comparado con la ventilación mecánica no invasiva con mascarilla, tiene las siguientes ventajas: genera mayor comodidad, no genera claustrofobia, permite mayor interacción con el medio al no limitar la posibilidad de comunicación verbal, permite la ingesta de dieta por vía oral y no tiene contraindicaciones como cirugía de tubo digestivo alto reciente o estado de conciencia alterado.

Se ha demostrado que a un flujo de 60 L/min si el paciente mantiene la boca cerrado se genera un PEEP de 5 cmH<sub>2</sub>O lo cual permite un beneficio extra en el paciente (Haywood et al., 2019).



## PROGRAMACIÓN DE LA OAF

Las variables a programar son: fracción inspirada de oxígeno, flujo y temperatura.

### FRACCIÓN INSPIRADA DE OXÍGENO

Se modifica a partir del concentrador de oxígeno, puede otorgarse desde en concentraciones desde 21% hasta cercano al 100%, el objetivo es que la saturación y oxigenación en el paciente muestren una  $\text{PaO}_2$  entre 60 a 100 mmHg o  $\text{SatO}_2$  94%.

### FLUJO

El dispositivo permite suministrar un flujo de aire de 10 a 60 L/min, el nivel de flujo se basa en la clínica del enfermo y su tolerancia, se recomiendan flujos más altos en pacientes con mayor insuficiencia respiratoria, siempre tomando en cuenta el confort del paciente.

### TEMPERATURA

Puede programarse desde 31°C a 37°C, esto en base a la comodidad del paciente, regularmente es mejor tolerada entre 34°C y 37°C. Es importante mencionar que la oxigenoterapia de alto flujo puede mejorar la insuficiencia respiratoria del paciente, pero si no se lleva a cabo una buena monitorización y una evaluación continua del paciente, puede retrasar la intubación orotraqueal y la ventilación mecánica, lo cual puede complicar el escenario clínico (AVENTHO, 2020).

Los parámetros sugeridos a evaluar son:

- Frecuencia respiratoria
- Frecuencia cardíaca
- Tensión arterial
- Datos de insuficiencia respiratoria
- Disconfort respiratorio
- Disnea

El aumento significativo de estos parámetros podría significar un fallo en la terapéutica, por lo cual se debe considerar la necesidad de ventilación mecánica invasiva lo antes posible.

## MASCARILLAS DE NO REHINALACIÓN

Son dispositivos que cubren nariz y boca, están indicados para aquellos pacientes cuyas demandas de concentración de oxígeno son altas como en los casos de insuficiencia respiratoria grave, intoxicación por monóxido de carbono, después de retirar al paciente de ventilación mecánica, trauma craneoencefálico leve - moderado y todos los estados relacionados a la hipoxemia e hipercapnia de moderados a severos. Están elaborados de material plástico de uso médico, no contienen látex, son transparentes y poseen orificios laterales que permiten la salida del aire espirado a través de válvulas unidireccionales que dificultan la entrada de aire ambiente durante la inspiración, dispone de un mecanismo de reservorio de al menos 1 litro de capacidad, entre la fuente de oxígeno y la máscara, separado de esta última mediante una válvula unidireccional que evita la entrada del aire exhalado a la bolsa reservorio. El reservorio debe estar lleno de oxígeno en todo momento, se pueden alcanzar altos niveles de  $\text{FiO}_2$ , y concentraciones de oxígeno entre el 90-100%, para alcanzar estas concentraciones se requiere de un flujo de  $\text{O}_2$  suministrado entre 10 a 15 Litros/min para mantener el reservorio constantemente lleno y garantizar el aporte de  $\text{O}_2$  en altas concentraciones (Rengasamy et al., 2021).

**Ilustración 27:** Mascarilla de no reinhalación





### BOLSA - VÁLVULA - MASCARILLA

Los dispositivos BVM, por sus siglas Bolsa-Válvula-Mascarilla, permiten proveer ventilaciones a presión positiva a los pacientes al momento de presionar el balón auto inflable mientras que su mascarilla, colocada correctamente sobre la tabique nasal y el maxilar inferior generaran un sello hermético que permite que la presión positiva generada por el balón no se disperse hacia el exterior. Estos dispositivos necesitan estar conectados al reservorio para alcanzar una concentración del 100% y un  $\text{FiO}_2$  de 1 (Brown et al., 2018).

La capacidad de volumen del balón auto inflable varía de acuerdo al dispositivo para un paciente adulto, pediátrico o lactante. La principal precaución que se debe tener al momento de administrar ventilaciones con estos dispositivos es no suministrar un exceso de presión positiva, pues esto podría provocar un barotrauma traducido en un neumotórax a tensión.

La ventilación con el dispositivo Bolsa-válvula-mascarilla (BVM) es una de las destrezas fundamentales en el manejo básico y avanzado de la vía aérea. La valoración de una ventilación difícil a presión positiva con un dispositivo BVM es un componente fundamental durante la evaluación inicial de la vía aérea debido a que reduce la urgencia y ansiedad que conlleva la intubación; valorar una adecuada ventilación con BVM es un prerequisite previo al uso de agentes paralizantes. La gran mayoría de los proveedores de la salud consideran erróneamente que la ventilación con BVM es una habilidad demasiado sencilla, que no requiere mayor profundidad de conocimientos y destrezas, enfocándose en técnicas más glamorosas que son usadas con menor frecuencia, sin embargo, como lo describe “The Walls Manual of Emergency Airway Management”, la ventilación con BVM es una de las destrezas que genera varias complicaciones para dominarla, ya que requiere un completo entendimiento de la obstrucción funcional de la vía aérea, familiaridad con el equipo requerido, habilidad mecánica, trabajo en equipo y un enfoque organizado cuando los esfuerzos iniciales no son óptimos (Brown et al., 2018).

Este dispositivo se presenta en tres tamaños, adulto, pediátrico y neonatal, con capacidades de 1500ml, 500ml, 250ml respectivamente. Los dispositivos también pueden incluir una válvula de presión pop-off que minimiza el riesgo de barotrauma. La elección del tamaño del BVM es empírico, pero es importante resaltar que será más fácil lograr un adecuado sellado cuando el tamaño de las mascarillas cubren adecuadamente nariz y boca (Brown et al., 2018).



La ventilación con BVM exitosa depende de tres factores:

- 1) Una vía aérea permeable
- 2) Un sello de máscara adecuado
- 3) Ventilación adecuada

Una vía aérea permeable permite la entrega de volúmenes corrientes apropiados con la menor presión positiva posible. Los métodos básicos para abrir las vías respiratorias incluyen el posicionamiento del paciente y las maniobras de elevación del mentón y tracción de la mandíbula. Crear un sello de máscara adecuado requiere una comprensión de las características de diseño de la máscara, la anatomía de la cara del paciente y la interrelación entre los dos. La ventilación adecuada implica administrar un volumen apropiado a una velocidad y fuerza que minimice la insuflación gástrica y la posibilidad de acumulación de respiración y barotrauma (Brown et al., 2018).

## PREDICTORES DE VENTILACIÓN DIFÍCIL CON BVM

### Predictor ARBOL para ventilación difícil con BVM

- A -Anciano (sin dientes, fisiopatología pulmonar)
- R- Resistencia (EPOC, enfisema, bronquitis crónica, neumotórax)
- B- Barba
- O- Obesidad o embarazo
- L- Lesiones faciales

*Fuente:* (Centro de Entrenamiento y Actualización en Emergencias Medicas CEAEM, 2020)

### Predictor MOANS para ventilación difícil con BVM

- M- Mask seal (sello): deformidades faciales, barba
- O- Obesidad: Obstrucción VA superior
- A – Age (edad): >55
- N- No teeth: Ausencia dientes
- S- Snore: Ronquido, apnea obstructiva del sueño

*Fuente:* (Castañeda, 2018)



### Escala HAN para calificar la ventilación difícil con BVM

**Grado 0:** No se intentó ventilación con mascarilla facial.

**Grado I:** Se ventiló fácilmente con mascarilla facial.

**Grado II:** Hubo necesidad de un dispositivo supraglótico para la adecuada ventilación.

**Grado III:** Ventilación difícil (inestable, inadecuada, necesitó ayuda de otra persona)

**Grado IV:** No se logró ventilación con mascarilla facial.

*Fuente:* (Vadillo Serra Rojas et al., 2015)

Previo a iniciar ventilaciones se debe garantizar la permeabilidad de la vía aérea. La oclusión funcional de las vías respiratorias es común en pacientes obnubilados en decúbito supino, en particular cuando se han administrado bloqueadores neuromusculares. La oclusión resulta del desplazamiento posterior de la lengua hacia la pared posterior de la orofaringe a medida que se relajan los músculos genigloso, genihioideo e hiogloso. El cierre de las vías respiratorias también puede deberse a la oclusión de la hipofaringe por la epiglotis o al colapso circunferencial de la hipofaringe cuando se pierde el tono de las vías respiratorias. El colapso de las vías respiratorias se ve exacerbado por la flexión de la cabeza sobre el cuello y por la apertura amplia de la boca (Rajajee et al., 2017). Para garantizar su permeabilidad se debe utilizar las maniobras manuales descritas en el capítulo 4.

### *Ilustración 28: Ventilación asistida por BVM*



## POSICIONAMIENTO Y SELLADO DE LA MASCARA

Una vez permeabilizada la vía aérea se debe acoplar adecuadamente el BVM sobre el rostro del paciente, el bag de la mascarilla está diseñado para asentarse en el puente de la nariz, las eminencias malares de los maxilares, el cuerpo anterior de la mandíbula y el surco entre el mentón y el borde alveolar de la mandíbula.

En general, el sello entre la mascarilla y la cara es menos seguro lateralmente sobre las mejillas, esto es especialmente cierto en pacientes sin dientes, en estas circunstancias, se puede mantener un soporte facial adecuado para el bag dejando la dentadura postiza en su lugar durante las ventilaciones, o se puede restaurar colocando rollos de gasa en las mejillas, otra alternativa es desplazar la mascarilla de modo que el borde caudal del manguito descansa dentro del labio inferior, mejorando el sellado entre la mascarilla y la cara en pacientes desdentados.

**Ilustración 29:** Adaptación de la mascarilla en paciente desdentado



**Fuente:**(Brown, 2019)



La técnica C-E es ampliamente conocida, consiste en sujetar la porción superior de la mascarilla entre los dedos pulgar e índice, mientras con el resto de los dedos se tracciona el ángulo y rama de la mandíbula hacia la mascarilla, en la técnica de un solo operador con la otra mano se brinda las insuflaciones; con dos operadores se utiliza las dos manos para generar el sellado C-E, mientras un segundo ventila (Brown et al., 2018).

La técnica V-E es relativamente nueva, consiste en apoyar el pulgar y eminencia tenar de las dos manos sobre el borde externo del bag de la mascarilla, mientras con los dedos se tracciona el ángulo y rama de la mandíbula hacia la mascarilla, cuando esta un solo operador si se encuentra de pie puede brindar insuflaciones presionando la bolsa autoinflable con los antebrazos y codos, si se encuentra de rodillas puede usar sus muslos para brindar insuflaciones; con dos operadores, mientras uno mantiene el sellado otro brinda las insuflaciones. Cabe recalcar que la evidencia indica que esta técnica genera un mejor sellado, garantizando ventilaciones efectivas (Brown et al., 2018).

Importante, durante el sellado debe evitarse el apoyar las manos o el bag en las órbitas durante la BVM, pues la compresión de los ojos puede causar lesiones o una respuesta vagal.

### Ventilar al paciente

Una vez posicionado y asegurado un sellado efectivo se inicia la ventilación, nunca se debe insuflar completamente la bolsa autoinflable. El exceso de volumen o de presión puede abrir el esfínter gastroesofágico (aproximadamente 20-25 cmH<sub>2</sub>O) incrementando las probabilidades de distensión gástrica, regurgitación y aspiración, además que aumenta el riesgo de barotrauma, ya que el volumen tidal de una persona es 5-7ml/kg, con una media de 500ml, mientras que la capacidad del BVM es de 1500ml, ante ello recientes estudios sugieren usar un BVM pediátrico para garantizar un volumen adecuado y disminuir el riesgo de barotrauma; para evitar una sobre distensión también se recomienda que cada ventilación dure de 1 a 2 segundos, valorando siempre una adecuada expansión torácica (Brown et al., 2018; Siegler et al., 2017).



**Ilustración 30:** Técnica C-E y V-E





## COMPARACIÓN DE TASAS DE FLUJO Y CONCENTRACIÓN

**Tabla 16: Comparación de dispositivos para la entrega de oxígeno**

| DISPOSITIVO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | TASA DE FLUJO L/MIN                                                                       | CONCENTRACIÓN ENTREGADA |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>CÁNULA NASAL</b><br>-Indicado para bajo flujo, bajo porcentaje de suplemento de oxígeno. Caudal de 1-6 L/min. Entrega un 25% - 45% de oxígeno. El paciente puede comer, beber y hablar. -El uso prolongado puede ser muy seco; usar con un humidificador                                                                                                                         | 1                                                                                         | 25%                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2                                                                                         | 29%                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3                                                                                         | 33%                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4                                                                                         | 37%                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5                                                                                         | 41%                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 6                                                                                         | 45%                     |
| <b>CÁNULA NASAL DE ALTO FLUJO</b><br>Cánulas de silicona más largas que las habituales, permite calentar el aire a 37°C y mantener una humedad relativa del 100%, el alto flujo permite alcanzar concentraciones hasta del 100%                                                                                                                                                     | 30 -60                                                                                    | 95% - 100%              |
| <b>MASCARILLA SIMPLE</b><br>-Indicado para O <sub>2</sub> suplementario de alto porcentaje.<br>-Caudal de 6 -10 L/min.<br>-Entrega un 35% - 60% de oxígeno. Las perforaciones laterales permiten escapar el CO <sub>2</sub> exhalado.<br>-Permite la humidificación.                                                                                                                | 6                                                                                         | 35%                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7                                                                                         | 41%                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 8                                                                                         | 47%                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 9                                                                                         | 53%                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 10                                                                                        | 60%                     |
| <b>MASCARILLA DE NO REINHALACIÓN</b><br>-Indicador para alto porcentaje FiO <sub>2</sub><br>-Incorpora el uso del bolso de reservorio<br>-Caudal de 10 – 15 L/min.<br>-Entrega hasta 100% de oxígeno<br>-Los alerones unidireccionales previenen el arrastre del aire de la habitación durante la inspiración y la retención de los gases (CO <sub>2</sub> ) durante la espiración. | 10 -15                                                                                    | 80% - 100%              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | * Ambos alerones eliminados dan como resultado una FiO <sub>2</sub> menor (80%-85%)       |                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | * Uno de los alerones eliminado da como resultado una FiO <sub>2</sub> más alta (85%-90%) |                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | * Ambos alerones en su lugar dan como resultado un FiO <sub>2</sub> máximo (95%-100%)     |                         |
| <b>BOLSA – VÁLVULA- MASCARILLA</b><br>Permite ventilar con presión positiva al paciente entregando hasta el 100 % de concentración de O <sub>2</sub> .                                                                                                                                                                                                                              | 10 – 15                                                                                   | 90 -100%                |

*Fuente: (MedicTests, 2018)*



DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO

Cuando no se dispone de una fuente continua de oxígeno o si se trata del transporte de pacientes que necesitan un aporte suplementario de oxígeno, es necesario que se considere el tiempo que durará el transporte y correlacionarlo con el tiempo que durará el O<sub>2</sub> disponible en el vehículo de transporte o en el establecimiento de salud.

Para ello, se deberá aplicar la siguiente fórmula:

$$D = \frac{NPA - NRS}{Tasa\ de\ flujo} \times Fc$$

| Tabla 17: Descripción de las variables |                             |                                                                                                                                        |
|----------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ELEMENTOS                              | DESCRIPCIÓN                 | ACCIÓN                                                                                                                                 |
| NPA                                    | Nivel de presión actual     | Se debe verificar en el manómetro la presión actual del tanque de oxígeno que se expresa en “libras por pulgada cuadrada” (PSI).       |
| NRS                                    | Nivel residual de seguridad | Es un factor de seguridad que evita que los pacientes no se queden completamente sin oxígeno. Se puede establecer un valor de 200 PSI. |
| Tasa de flujo                          | Expresada en L/min.         | El flujo depende del tipo de dispositivo que se está utilizando para oxigenar a los pacientes.                                         |
| Fc                                     | Factor de conversión        | Cada tipo de tanque de oxígeno posee un factor de conversión específico, así tenemos:<br>D= 0,16, E=0,28, G=2,41, H y K=3,14, M=1,56.  |

Fuente:(American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2018)



## Ejemplo:

Usted necesita transportar a un paciente crítico producto de un accidente de tránsito con un diagnóstico de trauma craneoencefálico grave que se encuentra intubado y ventilado con un dispositivo Bolsa - Válvula - Mascarilla a 10 litros por minuto para alcanzar una concentración del 100% y una saturación de oxígeno medida a través del pulsioximetría del 95%. Se prevé un tiempo estimado del traslado de 70 minutos, la ambulancia de soporte vital avanzado posee un tanque de oxígeno tipo E y una presión actual de 3000 PSI.

$$D = \frac{(3570 - 200)}{(10 \text{ L/min})} * 0,28$$

$$D = 94,30 \text{ minutos}$$

**NOTA:** siempre es importante que previo a realizar cualquier transporte en una ambulancia, se determine la cantidad de oxígeno disponible.

**Ilustración 31:** Revisión de la disponibilidad de oxígeno



**Nota:** Como dato general, el tanque tipo E, posee alrededor de 682 litros de O<sub>2</sub>



## BIBLIOGRAFÍA

(Rubén et al., 2019). (Pinto et al., 2002) (Amperor, 2021). (He et al., 2013) (MASIMO, 2020) (Rengasamy et al., 2021) (Ding et al., 2020) (AVENTHO, 2020). (Haywood et al., 2019). (Brown et al., 2018) (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2018)

American Academy of Orthopaedic Surgeons, A. (2018). Critical Care Transport. Jones & Bartlett Learning, LLC, 2020.

Amperor. (2021). What is Perfusion Index (PI). <https://www.amperordirect.com/pc/help-pulse-oximeter/z-what-is-pi.html>

AVENTHO. (2020). Ventilación Mecánica AVENTHO. <https://siemprevirtual.com/>

Brown, C. A., Sakles, J. C., & Mick, N. W. (2018). The Walls Manual of Emergency Airway Management (C. A. Brown (ed.); 5th Ed). Wolters Kluwer Medknow Publications.

Ding, L., Wang, L., Ma, W., & He, H. (2020). Efficacy and safety of early prone positioning combined with HFNC or NIV in moderate to severe ARDS: a multi-center prospective cohort study. Critical Care (London, England), 24(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s13054-020-2738-5>

Haywood, S. T., Whittle, J. S., Volakis, L. I., Dungan, G. 2nd, Bublewicz, M., Kearney, J., Ashe, T., Miller, T. L., & Doshi, P. (2019). HVNI vs NIPPV in the treatment of acute decompensated heart failure: Subgroup analysis of a multi-center trial in the ED. The American Journal of Emergency Medicine, 37(11), 2084–2090. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2019.03.002>

He, H., Liu, D., Long, Y., & Wang, X. (2013). The peripheral perfusion index and transcutaneous oxygen challenge test are predictive of mortality in septic patients after resuscitation. Critical Care, 17(3), R116. <https://doi.org/10.1186/CC12788>

MASIMO. (2020). Perfusion Index whitepaper. [https://infiniti.se/wp-content/uploads/Beskrivning\\_PIWhite-paper\\_10.pdf](https://infiniti.se/wp-content/uploads/Beskrivning_PIWhite-paper_10.pdf)

Pinto, A., P, B., & J, B. (2002). Use of a peripheral perfusion index derived from the pulse oximetry signal as a noninvasive indicator of perfusion. Critical Care Medicine, 30(6), 1210–1213. <https://doi.org/10.1097/00003246-200206000-00006>

Rengasamy, S., Nassef, B., Bilotta, F., Pugliese, F., Nozari, A., & Ortega, R. (2021).

Administration of Supplemental Oxygen. *New England Journal of Medicine*, 385(3), e9. <https://doi.org/10.1056/NEJMvcm2035240>

Rubén, O., Pérez Nieto, O., Guerrero Gutierrez, M., Antonio, L., Villaseñor, M., Lopez, J., López, E. I., López, Z., Soriano, R., Salvador, J., Sánchez-Díaz, S., Uribe, S., Manuel, M., Diaz Martinez, M., Deloya Tomas, E., Escarramán, D., David, J., González, S., Ángel, M., & Martínez Camacho, M. Á. (2019). Monitoreo hemodinámico clínico: Regresando a las bases. *Clinical hemodynamic monitoring: Back to basis*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20161.92005>

A decorative pattern of light gray diamonds arranged in a grid, with some diamonds missing or faded, creating a textured, geometric background in the upper right portion of the page.

# IV CAPÍTULO

MANEJO BÁSICO DE  
LA VÍA AÉREA

---

## EL DATO:

El jadeo también descrito como ronquidos, gemidos, respiración agónica o dificultosa a menudo es malinterpretado con otros sonidos vocales inusuales como respiración, el jadeo es un reflejo de supervivencia desencadenado por el cerebro que puede aumentar las posibilidades de supervivencia de alguien que sufre un paro cardíaco, al jadear se genera una presión negativa en el tórax que succiona aire hacia los pulmones y aumenta el retorno venoso hacia el corazón. Jadear es una indicación de que el cerebro todavía está vivo y te dice que, si comienzas y continuas las compresiones torácicas ininterrumpidas, la persona tiene mayores posibilidades de sobrevivir; por lo general esta respiración agónica se detiene dentro de los 4 primeros minutos, siendo clave su reconocimiento tanto por parte del personal sanitario como del personal lego para garantizar un oportuno RCP y mejorar las posibilidades de supervivencia de la persona ya que suele presentarse en más de la mitad de los pacientes con paro cardiorrespiratorio (Gordon, 2021).



El manejo de la vía aérea debe iniciarse con las maniobras más básicas e ir avanzando hacia las maniobras de mayor complejidad en relación a la demanda de asistencia ventilatoria que requiera el paciente, manteniendo siempre el objetivo de una adecuada oxigenación y una saturación de oxígeno entre el 94 y 96%, debido a este principio, es importante recordar que la principal prioridad es el aporte de oxígeno suplementario y no necesariamente la aplicación de procesos invasivos que junto a falta de entrenamiento y experticia podrían complicar aún más los cuadros de hipoxia. Las causas para la asistencia ventilatoria pueden estar asociadas a accidentes, traumas o condiciones clínicas propias de cada paciente como crisis asmáticas o anafilaxias severas (Jain et al., 2016).

## MANIOBRAS BÁSICAS

Maniobras manuales para permeabilizar la vía aérea

**Paciente sin lesión cervical:** se aplicara la maniobra de extensión de cabeza y elevación del mentón de la siguiente manera:

1. Colocar una mano sobre la frente del paciente y con la palma inclinar la cabeza hacia atrás.
2. Colocar los dedos de la otra mano sobre el maxilar inferior cerca al mentón.
3. Llevar el mentón hacia adelante levantando del maxilar inferior evitando ejercer demasiada presión sobre los tejidos blandos porque se puede obstruir nuevamente la vía aérea.

**Paciente con potencial lesión cervical:** se aplicará la maniobra de tracción mandibular de la siguiente manera:

1. Colocar una mano a cada lado de la cabeza del paciente, evitando el movimiento de la columna cervical.
2. Desplazar la mandíbula hacia delante colocando los dedo por debajo de los ángulos mandibulares del paciente.
3. Si los labios se cierran, empujar el labio inferior con el pulgar para abrirlos.



**Ilustración 32:** Maniobras manuales sin sospecha de lesión cervical





**Ilustración 33:** Maniobras manuales con sospecha de lesión cervical





### MANIOBRAS MECÁNICAS SUPRAGLÓTICAS PARA PERMEABILIZAR LA VÍA AÉREA

#### CÁNULAS OROFARÍNGEAS

Las cánulas de Guedel o de Berman son dispositivos que por su forma anatómica en forma de “J”, que una vez introducida en la orofaringe del paciente evita que la lengua o los músculos de la vía aérea superior al encontrarse relajados obstruyan la vía aérea. También permiten introducir por medio de ellas sondas de succión para aspirar secreciones líquidas o sólidas como el vómito con contenido gástrico espeso y ventilar con presión positiva al paciente. Es importante que las cánulas orofaríngeas sean introducidas a través de la técnica correcta, pues una inadecuada inserción puede empujar la lengua hacia la parte posterior y obstruir nuevamente la vía aérea, si el tamaño de la cánula no es adecuado y es demasiado larga puede favorecer a la aparición de un laringoespasma y obstruir la vía aérea debido a que ejercerá presión sobre la epiglotis y si es demasiado pequeña no cumplirá con la función de permeabilizar la vía aérea. Como todo equipo médico su tamaño está mediado por colores que permiten la rápida identificación del dispositivo adecuado pero hay que tomar en cuenta que el color del dispositivo y el tamaño en centímetros dependerán en gran parte del fabricante.

Existen varias publicaciones científicas que recomiendan que en pacientes neurocríticos con riesgo de aumento de la presión intracraneal (PIC) se debe tener cuidado al insertar una cánula orofaríngea, pues esta podría estimular el reflejo laríngeo o nauseoso provocando un subsecuente aumento de la PIC. (Rajajee et al., 2017)

#### ***Indicaciones:***

Paciente inconsciente que conserva su función respiratorio pero incapaz de mantener su vía aérea permeable. Protección del tubo endotraqueal de mordeduras.

#### ***Contraindicaciones:***

Paciente consciente puede activar el reflejo nauseoso y vomitar pudiendo comprometer la vía aérea. Retire el dispositivo inmediatamente si aparece el reflejo nauseoso.

#### ***Selección del dispositivo:***

El dispositivo adecuado dependerá de cada paciente: se deberá de medir la cánula orofaríngea con la concavidad hacia arriba desde la comisura bucal hasta el ángulo del maxilar inferior.



## Forma de colocación:

**Paciente Adulto:** insertar la cánula con el convexidad de la curvatura hacia la lengua, al llegar al paladar duro realizar una rotación de 180° y continuar introduciendo hasta que el borde de la cánula se encuentre con los labios.

**Niños y lactantes:** la inserción de la cánula se la realiza con la convexión de la curvatura hacia el paladar sin la necesidad de tener que rotar su ángulo (Sun et al., 2017).

## Ilustración 34: Cánulas orofaríngeas



Fuente: (CANULADEGUEDEL-Corpmadex SA, n.d.)



Fuente: (Cánulas de Berman | COPUSA, n.d.)

## Ilustración 35: Colocación de cánula orofaríngea en paciente adulto





## CÁNULAS NASOFARÍNGEAS

Las cánulas nasofaríngeas son tubos flexibles en forma de “J” con un extremo ensanchado y en el otro extremo biselado, que se inserta a través de las fosas nasales hacia la faringe, una vez insertada permite aliviar la obstrucción de las vías aéreas superiores causada por la relajación de la lengua sobre la pared faríngea posterior (Manual MSD, 2022).

### INDICACIONES

- Pacientes que respiran espontáneamente con obstrucción de tejidos blandos de la vía aérea superior.
- Algunas veces para la dilatación y la anestesia del conducto nasal a modo de preparación para la intubación nasotraqueal.
- Incapacidad anatómica o mecánica para insertar una cánula orofaríngea.

### CONTRAINDICACIONES

- Traumatismo nasal significativo
- Si bien antiguamente se consideraba la fractura de base de cráneo como una contraindicación para su uso, la evidencia actual ha demostrado que es segura siempre y cuando se aplique una correcta técnica de inserción.

### SELECCIÓN DEL DISPOSITIVO

El diámetro usualmente se elige a partir del diámetro del dedo meñique del paciente, o 0,5 mm menos que el tubo orotraqueal. La longitud se mide desde el ángulo de la mandíbula hasta la punta de la nariz.

### TÉCNICA DE INSERCIÓN

1. Lubricar generosamente la cánula ya elegida.
2. Colocar al paciente en posición de olfateo.
3. Ingresar por una fosa nasal permeable, se recomienda que la punta de la cánula se mantenga alejada del tabique nasal anterior.
4. Ingresar la cánula en sentido caudal realizando movimientos rotacionales, no forzar si hay resistencia.
5. Comprobar permeabilidad evidenciando ventilación por la cánula.



**Ilustración 36:** Colocación de cánulas nasofaríngeas





## MASCARAS LARÍNGEAS

Dentro de los dispositivos supraglóticos la máscara laríngea es un dispositivo para la protección de la vía aérea, que por sus características de fácil uso y entrenamiento, bajo requerimiento de experticia y la capacidad de inserción a ciegas la han convertido incluso en la primera opción durante el manejo avanzado de vía aérea a nivel prehospitalario (Braude et al., 2021). Estos dispositivos supraglóticos no deben de ser considerados como una vía aérea definitiva pues deben ser retirados o reemplazados dentro de las primeras 4 horas (Kovacs & Law, 2008).

Algunos modelos son reutilizables, producidos en silicona y unidos a un tubo estándar de 15 mm. con un adaptador compatible con los sistemas de ventilación BVM o circuitos de ventilación mecánica. Si la mascarilla se la ha colocado de forma correcta, la cara convexa posterior de la mascarilla se pondrá en contacto directo con la pared faríngea, la parte anterior estará sobrepuesta a la laringe permitiendo la ventilación, la punta de la mascarilla se aloja sobre el esfínter esofágico superior y la línea negra que se observa a lo largo del tubo siempre deberá de apuntar en dirección de la nariz del paciente.

*De igual forma que en la intubación endotraqueal, necesita una correcta preparación y un adecuado algoritmo farmacológico (mantener inconsciencia del paciente y pérdida de reflejos protectores) a través de fármacos inductores y bloqueadores neuromusculares previo a la inserción la mascarilla (Braude et al., 2021).*

Se recomienda primero permeabilizar la vía aérea de secreciones y cuerpos extraños que pudieran estar presentes. Los dispositivos clásicos no previenen de la regurgitación o aspiración por lo que se debe tener siempre las precauciones necesarias. Actualmente se dispone en el mercado de mascarillas Proseal, que suministran de un puerto accesorio por donde se puede ingresar una sonda de aspiración o una sonda gástrica y mascarillas Fast-Track que además sirven de conducto para una intubación orotraqueal a ciegas con un tubo de hasta 8 mm con bag (Brown et al., 2018).

Las mascarillas laríngeas de primera generación se presentan en diferentes tamaños y cada tamaño se relaciona con el peso aproximado del paciente y el volumen de aire para insuflar el cuff, durante la insuflación es normal evidenciar un retroceso del dispositivo de 1 a 1,5 cm del tubo de silicona. Este retroceso se debe al aco-



modamiento de la pared blanda de la mascarilla con las estructuras supraglóticas. De igual manera la numeración del tamaño de estos dispositivos depende de las condiciones del fabricante. Sin embargo, actualmente se encuentran mascarillas de tipo I-Gel, fabricadas a partir de un polímero elastómero termoplástico de grado médico diseñada para crear un sellado anatómico en las estructuras faríngea, laríngea y perilaríngea sin balón de inflado, disminuyendo la posibilidad de traumatismos por compresión tisular en la zona (Sun et al., 2017).

## **INDICACIONES:**

Situaciones de emergencia en donde el control de la vía aérea por un tubo endotraqueal se transforma en una complicación por falta de personal o tiempo la ML es adecuada para el control de la vía aérea por su rapidez de acceso y fácil inserción.

Vía aérea difícil como los casos de pacientes con síndrome de Pierre Robin, hidrocefalia, anomalías congénitas, etc, sirviendo inclusive para una intubación orotraqueal a ciegas.

## **CONTRAINDICACIONES**

Imposibilidad de extensión cervical o apertura bucal de 1.5 cm que pueden hacer difícil la inserción de la ML hacia la hipofaringe por ejemplo espondilitis anquilosante, artritis reumatoidea intensa, inestabilidad de columna cervical, etc.

## **SELECCIÓN DEL DISPOSITIVO:**

El dispositivo adecuado se encuentra directamente relacionado con el peso en Kilogramos del paciente.

## **FORMA DE INSERCIÓN:**

Previamente lubricado con un gel neutro hidrosoluble, se debe de guiar con el dedo índice de la mano dominante hacia la hipofaringe continuando con la curvatura del paladar. Se debe de impulsar la mascarilla hasta que se siente resistencia para luego inflar el cuff con el volumen de aire correspondiente( Si el dispositivo utilizado lo dispone).

Una vez colocada la máscara laríngea e inflado el bag se debe realizar la maniobra de arriba-abajo. La maniobra se realiza para evitar la posible obstrucción por una epiglotis plegada hacia abajo. Se realiza una elevación de la mandíbula y la máscara inflada se extrae 6 cm, luego se vuelve a avanzar 6 cm, esto corregirá la posición de la epiglotis (Kovacs & Law, 2008)



## PRECAUCIONES / INFORMACIÓN ADICIONAL

- No aplique presión cricoidea, ya que podría impedir la inserción de la mascarilla laríngea. Ocho estudios realizados con adultos anestesiados revelaron que, cuando se aplicó presión cricoidea antes de la inserción de una mascarilla laríngea, la proporción de tubos colocados correctamente fue menor y la incidencia de inserciones fallidas y ventilación insuficiente una vez introducida la mascarilla laríngea fue mayor.
- En general, el tamaño 5 es adecuado para hombres adultos, mientras que, el tamaño 4 es adecuado para mujeres adultas.
- Es posible que note una tumefacción lisa a la altura del cartílago cricoides en el cuello. Esto es normal y constituye la confirmación de que el dispositivo está correctamente colocado.
- Si escucha una fuga de aire durante la ventilación con una bolsa en las siguientes 3 o 4 respiraciones, examine de nuevo la posición de la mascarilla laríngea para identificar una posible colocación incorrecta.
- Para evitar que se desplace, limite el movimiento de la cabeza del paciente y la aspiración de secreciones en la faringe una vez que la mascarilla laríngea esté en su lugar.

## DESVENTAJAS

La ventilación mediante mascarilla laríngea no se puede aplicar a una reducida proporción de pacientes. Por este motivo, es importante que los profesionales dispongan de una estrategia alternativa para el manejo de la vía aérea (AVENTHO, 2020).

## MASCARILLAS TOTALTRACK

Las mascarillas TOTALTRACK, que son un diseño previo a las AIRTRAQ y que fueron diseñadas por el Dr. Pedro Acha, logran definirse como instrumentos supra glóticos de tercera generación, debido a que gracias a su diseño similar a la de un vídeo laringoscópico permiten de forma simultánea ventilar al paciente a presión positiva mientras se realiza el proceso de intubación. Estos dispositivos cuentan con 2 partes diferenciadas en desechables y re utilizables. Entre las partes desechables constan la batería de la videocámara, mascarilla para sellar la glotis, canal del tubo endotraqueal, tubo de aspiración gástrica o de aspiración gástrica, mientras que el equipo re utilizable lo conforma la micro cámara con luz y sistema anti

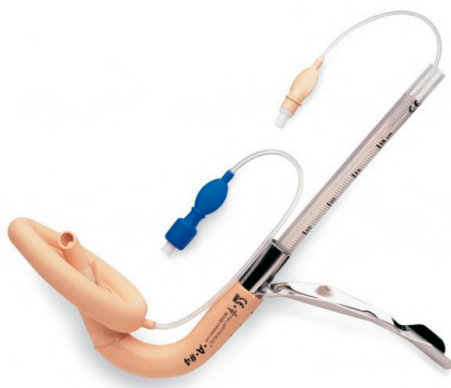


empañamiento, el monitor de 2,5” para visualización de la glotis, una ranura para tarjeta SD; salida de vídeo analógico para conectar con una pantalla externa. La técnica de inserción de estos dispositivos es similar a los de segunda generación como son la Proseal o Fast-track (Hurtado, 2014) (Brown et al., 2018).

## **Ilustración 37:** Modelos de mascarillas laríngeas



**Fuente:** (Mascarilla Laringea Supreme - IMA Medica, n.d.)



**Fuente:** (Emergalia.com, n.d.)



**Fuente:** ((Mascarilla Laríngea I-Gel Supraglótica Adulto N°4, n.d.)



**Ilustración 38:** Técnica de colocación de una ML





## PREDICTORES DE DIFICULTAD PARA LA VENTILACIÓN CON DISPOSITIVOS SUPRAGLÓTICOS

Se puede definir una dificultad de ventilación por medio de dispositivos supra glóticos como la incapacidad de poder brindar una adecuada oxigenación /ventilación al paciente cuando se usan estos tipos de dispositivos (Brown et al., 2018).

Las principales causas que se asocian a este problema son:

- Sello inadecuado de la mascarilla (se puede atribuir con la selección equivocada del tamaño del dispositivos en relación a las características morfológicas del paciente)
- Exceso de fuga (Mal sellado)
- Resistencia excesiva en el ingreso y salida del gas

Adicional a estas causas, se pueden considerar como signos de una inadecuada ventilación a los siguientes criterios:

- Ausencia de elevación torácica.
- Ausencia de ruidos respiratorios
- Auscultación pulmonar con signos de obstrucción severa
- Cianosis
- Distensión gástrica
- Desaturación
- Capnografía ausente o inadecuada
- Cambios hemodinámicos asociados a la hipoxemia o hipercapnia.

Tras realizar un análisis multivariante se concluyó que existen cuatro factores de riesgo para la dificultad de ventilación con DSG y se asignó a cada uno de ellos, una puntuación.

La sensibilidad de esta escala de riesgo es del 23% mientras que la especificidad es del 95%, resultando un valor predictivo negativo del 99.6%. Este hecho, nos indica que los pacientes que no cumplen los factores de riesgo o tienen un ‘riesgo bajo’ tienen muy poca probabilidad de presentar complicaciones en la ventilación con algún dispositivo supraglótico (Orgaz, 2018).



**Tabla 18: Factores de riesgo para ventilación con DSG**

| Criterio                                | Valoración |
|-----------------------------------------|------------|
| Sexo masculino                          | 1 punto    |
| Edad mayor a 45 años                    | 1 punto    |
| Movilidad cervical limitada             | 2 puntos   |
| Distancia tiromentoniana corta <5.5 cm. | 3 puntos   |

**Fuente:** (Harris et al., 2019)

Riesgo de ventilación difícil:

**Bajo:** 0- 3 puntos

**Alto:** 4-7 puntos

**Ilustración 39:** Visualización de glotis a través de videomascarilla laríngea



**Fuente:** (Gaszynski, 2016)



## BIBLIOGRAFÍA

- AVENTHO. (2020). Ventilación Mecánica AVENTHO. <https://siemprevirtual.com/>
- Braude, D., Dixon, D., Torres, M., Martinez, J. P., O'Brien, S., & Bajema, T. (2021). Brief Research Report: Prehospital Rapid Sequence Airway. *Prehospital Emergency Care*, 25(4), 583–587. <https://doi.org/10.1080/10903127.2020.1792015>
- Brown, C. A., Sakles, J. C., & Mick, N. W. (2018). *The Walls Manual of Emergency Airway Management* (C. A. Brown (ed.); 5th Ed). Wolters Kluwer Medknow Publications.
- Gordon, E. (2021). Gasping is a Sign of Cardiac Arrest. Sarver Heart Center. <https://heart.arizona.edu/heart-health/learn-cpr/gasping-sign-cardiac-arrest>
- Harris, T., Ellis, D. Y., Foster, L., & Lockey, D. (2019). Cricoid pressure and laryngeal manipulation in 402 pre-hospital emergency anaesthetics: essential safety measure or a hindrance to rapid safe intubation? *Resuscitation*, 81(7), 810–816. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2010.02.023>
- Jain, U., McCunn, M., Smith, C. E., & Pittet, J.-F. (2016). Management of the Traumatized Airway. *Anesthesiology*, 124(1), 199–206. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000903>
- Kovacs, G., & Law, A. (2008). *Airway Management in Emergencies*. McGraw-Hill. <https://doi.org/10.1036/0071470050>
- Manual MSD. (2022). Cómo insertar una vía aérea nasofaríngea - Cuidados críticos -. Manual MSD Versión Para Profesionales. <https://www.msdmanuals.com/es/professional/cuidados-críticos/cómo-hacer-procedimientos-básicos-de-la-vía-aérea/cómo-insertar-una-vía-aérea-nasofaríngea>
- Rajajee, V., Riggs, B., & Seder, D. B. (2017). Emergency Neurological Life Support: Airway, Ventilation, and Sedation. *Neurocritical Care*, 27(S1), 4–28. <https://doi.org/10.1007/s12028-017-0451-2>
- Sun, F., Wang, Y., Ma, S., Zhu, H., Yu, X., & Xu, J. (2017). Clinical consensus of emergency airway management. *Journal of Thoracic Disease*, 9(11), 4599–4606. <https://doi.org/10.21037/jtd.2017.10.79>

CANULA DE GUEDEL – Corpmedec S.A. (n.d.). Retrieved April 16, 2023, from <https://corpmedec.med.ec/?product=canula-de-guedel>

Cánulas de Berman | COPUSA. (n.d.). Retrieved April 16, 2023, from <https://copusa.com.mx/producto/canulas-de-berman/>

Emergalia.com. (n.d.). Mascarilla Fastrack. Retrieved April 16, 2023, from [https://www.emergalia.com/scripts/timthumb/timthumb.php?src=images/articulos/326\\_562.jpg&h=560&w=560&a=c&q=100](https://www.emergalia.com/scripts/timthumb/timthumb.php?src=images/articulos/326_562.jpg&h=560&w=560&a=c&q=100)

Gaszynski, T. (2016). Totaltrack video intubating laryngeal mask in super-obese patients – Series of cases. *Therapeutics and Clinical Risk Management*, 12, 335–338. <https://doi.org/10.2147/TCRM.S95695>

Mascarilla Laríngea I-Gel Supraglótica Adulto N°4. (n.d.). Retrieved April 16, 2023, from <https://novosalud.cl/es/anestesia-y-via-aerea/289-mascarilla-laringea-inter-surgical-2da-gen-sin-cuff-i-gel-supraglotica-adulto-4.html>

Mascarilla Laringea Supreme - IMA Medica. (n.d.). Retrieved April 16, 2023, from <https://ima-medica.com/producto/mascarilla-laringea-supreme/>



# V CAPÍTULO

MANEJO AVANZADO DE  
LA VÍA AÉREA

---

## EL DATO:

Laringoscopia y descontaminación asistida por succión (SALAD por sus siglas en inglés) es el término acuñado por Jim Du Canto para una técnica de succión utilizada para prevenir la contaminación de las vías respiratorias durante la laringoscopia cuando hay regurgitación profusas, se la considera un enfoque progresivo gradual para el manejo de una vía respiratoria masivamente contaminada, consiste en la succión de la vía aérea con una cánula DuCanto (en su ausencia yankauer) a la par que se ingresa la pala del laringoscopio, posteriormente se ingresa la cánula hasta el esófago mientras se mantiene la succión, luego se procura la intubación guiada por bougie, una vez colocado el tubo se infla el bag, en caso de bronco aspiración se puede usar una sonda de succión a través del tubo para aspirarlas, una vez inflado el bag se procede a ventilar, esta técnica es de gran utilidad en situaciones donde el paciente mantiene emesis continua como en un proceso de herniación cerebral o durante el paro cardio respiratorio (Rengasamy et al., 2021)



## VÍA AÉREA AVANZADA

El manejo avanzado de la vía aérea es una de las habilidades fundamentales en el cuidado de los pacientes críticos en una situación de emergencia hospitalaria o prehospitalaria (Sun et al., 2017). Los profesionales de la salud deben dominar y mantener un entrenamiento continuo, el manejo de la vía aérea es un proceso escalado que va desde la aplicación de maniobras básicas pero altamente eficaces para mejorar la oxigenación en el paciente, sin embargo existen condiciones en las cuales el manejo definitivo de la vía aérea deberá ser la primera opción para el paciente como en los casos en los cuales se sospecha de una quemadura en vía aérea (Jain et al., 2016).

### INDICACIONES PARA EL MANEJO DE LA VÍA AÉREA

#### *Insuficiencia respiratoria:*

- Acidosis respiratoria que no responde al tratamiento inicial (broncodilatores, esteroides IV, etc.), habitualmente sintomática con  $p\text{CO}_2 > 50$  mmHg y  $\text{pH} < 7.32$
- $\text{SpO}_2 < 88$  (previo  $\text{O}_2$  suplementario)
- $\text{PaO}_2 < 60$  mmHg (previo  $\text{O}_2$  suplementario)

#### *Indicaciones para la protección de la vía aérea:*

- Paro respiratorio
- Obstrucción de la vía aérea
- Deterioro neurológico que condicione hipoxemia o hipoventilación
- Trauma craneoencefálico Severo
- Traumas con compromiso o sospecha de compromiso de vía aérea
- Quemadura de vía aérea o sospecha de quemadura de vía aérea

#### *Indicaciones neurológicas:*

- Puntaje de la escala de coma de Glasgow  $\leq 8$  puntos
- Disminución de 2 puntos del puntaje inicial

### CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA AÉREA EN EMERGENCIAS

El manejo de la vía aérea de un paciente en la emergencia se la puede definir como “URGENTE E IMPREDECIBLE”; a diferencia del manejo de la vía aérea por el personal de anestesiología donde la mayoría de los procedimientos son planificados (Brown et al., 2018).



El manejo de la vía aérea en la emergencia tiene varios factores que podrían incrementar su dificultad, entre ellos tenemos:

- 1. FALTA DE INFORMACIÓN:** a diferencia de los anestesiólogos en el quirófano, los proveedores de emergencia a menudo no pueden obtener información como un historial médico detallado o tener tiempo para completar un examen físico completo antes de tener que actuar. Se debe seguir un proceso claro para que la vía aérea se pueda manejar rápidamente.
- 2. FALTA DE PREPARACIÓN:** la decisión de establecer una vía aérea artificial generalmente se toma repentinamente y el tiempo de preparación suele ser corto, lo que significa que no se puede confiar en una preparación integral en cada intubación.
- 3. FALTA DE CUMPLIMIENTO:** los pacientes de emergencia pueden tener dificultades para cooperar. El paciente puede haber comido recientemente, pero aún puede necesitar una vía aérea artificial de inmediato y, por lo tanto, vomitará y/o aspirará contenido gástrico más fácilmente durante la intubación.
- 4. FALTA DE EQUIPAMIENTO:** poca disponibilidad de insumos básicos, lo cual limita ampliamente el manejo adecuado (Sun et al., 2017). Ante ello es necesario una correcta organización y sistematización del proceso para el manejo avanzado, así como, un correcto entrenamiento y educación.

*Ilustración 40: Intubación endotraqueal por vía orofaríngea*





## INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL

La intubación orotraqueal (IOT) constituye un procedimiento altamente invasivo y complejo que requiere de personal y experticia calificada para realizarlo. En la atención prehospitalaria la IOT constituye un verdadero reto debido a las condiciones propias del escenario de la emergencia, la disponibilidad de recursos y personal de apoyo durante la ejecución del procedimiento. Es necesario que se evalúe el riesgo y el beneficio que se puede obtener de la IOT prehospitalaria. Debe ser fundamental siempre mantener una oxigenación y saturación adecuada para el paciente frente a la necesidad de colocar un tubo endotraqueal (TE) en cualquier espacio sea prehospitalario u hospitalario de cualquier nivel de complejidad.

El oxígeno es la primera prioridad antes que la colocación de un TE, la intubación orotraqueal es la vía de inserción más utilizada pero en dependencia de la experticia y de las condiciones clínicas o traumáticas paciente, el proveedor de cuidado puede optar por la vía nasotraqueal. En pacientes sin sospecha de lesión cervical se puede colocar la cabeza en posición de olfateo pero para la intubación orotraqueal en pacientes con sospecha de lesión cervical se necesitara que una persona estabilice e inmovilice manualmente la cabeza mientras el otro operador realiza la intubación usando un video laringoscopio de preferencia (La laringoscopia directa siempre genera movimientos involuntarios de la columna cervical, lo que puede aumentar la posibilidad de complicar aún más las potenciales lesiones cervicales).

La intubación es el estándar de oro en el manejo definitivo de la vía aérea sin embargo depende ampliamente de la capacitación y la experiencia del proveedor, por ejemplo las tasas de éxito reportadas para RSI prehospitalario, el éxito de primer paso oscila entre 46% y 95%, con el extremo superior para tripulaciones de vuelo ampliamente capacitadas (Braude et al., 2021), mientras en el entorno hospitalario la tasa de éxito es del 79,1 al segundo intento (Arnold et al., 2021). Para garantizar los mejores resultados frente a una intubación orotraqueal es necesario contar con una amplia experiencia, correcta capacitación y sistematizar el procedimiento para evitar ejecutar errores potencialmente fatales.

Existen diversas técnicas para lograr la intubación orotraqueal, como lo son intubación en secuencia rápida (RSI), intubación en secuencia demorada, intubación despierto, intubación retrograda, intubación Crash, sin embargo, la elección de la



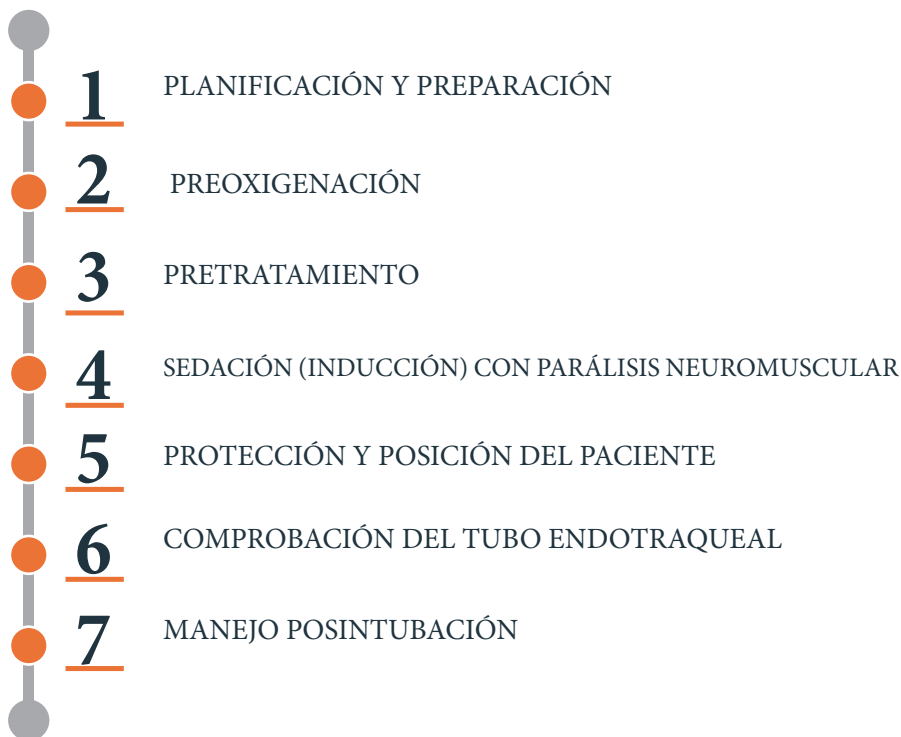
técnica dependerá de la condición clínica del paciente y del nivel de experticia del proveedor, la intubación en secuencia rápida RSI (por sus siglas en inglés) suele ser el método de elección en la emergencia debido a que se puede reducir el riesgo de broncoaspiración e hipoxia.

### SECUENCIA DE INTUBACIÓN RÁPIDA RSI

El proceso de la secuencia de intubación rápida por definición consiste en la administración simultánea de un sedante y un relajante muscular, dependiendo de la literatura varía el número de pasos (Zamarrón López et al., 2020)

Estos pasos se pueden modificar según las características de la urgencia y las peculiaridades de cada paciente y proveedor.

A continuación se mencionan 7 pasos secuenciales a seguir:





## PLANIFICACIÓN Y PREPARACIÓN

### PREPARAR:

Este paso es la puerta de inicio del proceso de la RSI, de su correcta realización depende en gran parte la agilidad del proceso y el cuidado posterior; el paso de “Preparar” debe abarcar todos los aspectos posibles, el paciente, el entorno y el equipo que realizará el procedimiento.

### PREPARAR PACIENTE:

Al preparar el paciente se debe analizar sus características clínicas, los criterios que sugieren la necesidad de intubación y el cómo influirá dicho proceso en el estado clínico basal, anticipando cualquier posible complicación, por ejemplo en un cuadro clínico de hipotensión, al preparar el paciente se debe considerar que la laringoscopia directa podría producir una estimulación vagal y comprometer más el estado hemodinámico al igual que el uso de fármacos, ante ello la literatura actual sugiere el uso de EPI PUSH en una dosis de 10-20mg de epinefrina IV (ver manejo farmacológico) (Nawrocki et al., 2020), así como pequeños bolos 250ml de volumen para manejar la hipotensión (Luck & Morgan, 2019).

Dentro de las consideraciones previas a la intubación, además de la hipotensión encontramos la hipoxia, hipotermia y dificultad propia de la vía aérea, ante todas estas consideraciones importantes previo a la intubación existen predictores de una vía aérea difícil, conocer y aplicar estos predictores permitirá al proveedor anticipar cualquier complicación y plantear estrategias previas de intervención.

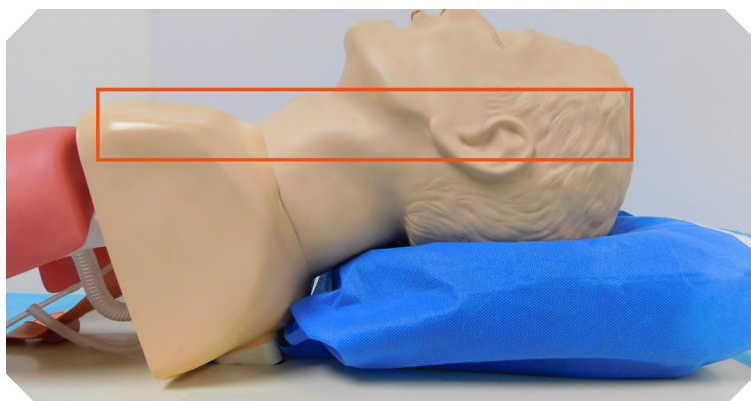
Una vía aérea difícil esta puede ser dada por una dificultad en la anatomía (extremos de tamaño, deformidad o trauma), por dificultad fisiológica (hipotensión, hipoxia) o mixta.

En la preparación del paciente al enfrentarse a una vía aérea difícil por extremos de tamaño se sugiere el usar en niños almohadillas bajo la espalda para alinear los ejes frente al prominente occipucio y en adultos especialmente con obesidad se sugiere usar la posición en rampa, ya que ella permite alinear los ejes y establecer la tan recomendada “Posición de Olfateo”, dicha posición busca alinear el conducto auditivo externo con el hueco supraesternal (Raúl Carrillo-Esper et al., 2013).



Otra alternativa es la posición BUHE ( Back Up Head Elevated) la cual consiste en colocar primero al paciente en posición supina, seguida de una posición en trendelenburg y posteriormente en semifowler con una almohadilla en el occipucio para alinear los 3 ejes y la horquilla esternal al conducto auditivo externo, al adoptar esta posición durante la intubación se disminuyen las complicaciones y se permite adoptar una mejor ergonomía aprovechando al máximo la mecánica del cuerpo durante la intubación incluso en ambulancia (Cleary, 2016).

**Ilustración 41:** Posición en rampa para intubación endotraqueal





**Ilustración 42:** Posición BUHE para intubación endotraqueal

● 1



● 2



● 3



● 4



La secuencia muestra los pasos para alcanzar la posición BUHE. La posición supina para la intubación puede presentar un 22.6% de complicaciones, mientras que, la posición de BUHE alcanza solo un 9,3% de posibles complicaciones.



### PREDICTORES DE UNA VÍA AÉREA DIFÍCIL

Su función, como indica su nombre es predecir una vía aérea difícil de manejar, y según el tipo de escala a usar, predecir una vía aérea difícil anatómica, fisiológica o mixta, existen múltiples escalas para valoración la elección de una en específico dependerá del criterio del proveedor sanitario, de los protocolos locales y situación a enfrentar.

### PREDICTORES ANATÓMICOS DE VÍA AÉREA DIFÍCIL

- 
- 1** APERTURA BUCAL (AB)
  - 2** DISTANCIA TIROMENTONIANA
  - 3** DISTANCIA ESTERNOMENTONIANA
  - 4** ESCALA DE MALLAMPATI
  - 5** PREDICTOR CORMACK LEHAME
  - 6** ESCALA DE PROTUSIÓN DE INCISIVOS
  - 7** ESCALA PARA VALORAR MOVILIDAD CERVICAL



APERTURA BUCAL

Con la boca abierta al máximo y ligera extensión cefálica se mide en la línea media de la distancia interincisiva (o la distancia entre el borde de oclusión de las encías, en el paciente edentado).

Tabla 19: Apertura Bucal

| Clase         | Distancia     |
|---------------|---------------|
| I             | Mas de 3 cm   |
| II            | 2.6 a 3 cmIII |
| 2.6 a 3 cmIII | De 2 a 2.5 cm |
| IV            | Menos de 2 cm |

Fuente:(Pichardo, 2018)

Ilustración 43 Evaluación de apertura bucal





### DISTANCIA TIROMENTONIANA (DTM)

#### *ESCALA DE PATIL ANDRETI*

Valora la distancia que existe entre el cartílago tiroides (escotadura superior) y el borde inferior del mentón, en posición sentada, cabeza extendida y boca cerrada.

**Ilustración 44:** Evaluación de la distancia tiromentoniana





**DISTANCIA ESTERNOMENTONIANA (DEM)**

Valora la distancia de un línea recta que va del borde superior del manubrio esternal a la punta del mentón, la cabeza debe posicionarse en completa extensión con la boca cerrada. Este predictor tiene una sensibilidad alrededor del 80%, una especificidad del 85% y un valor predictivo positivo de 27%.

**Nota:**

Una distancia de <12.5cm predice una intubación difícil.

| Tabla 20: Distancia esternomentoniana |                |
|---------------------------------------|----------------|
| Clase I                               | Más de 13 cm.  |
| Clase II                              | De 12 a 13 cm. |
| Clase III                             | De 11 a 12 cm. |
| Clase IV                              | Menos de 11 cm |

*Fuente:*(Brown et al., 2018)

**Ilustración 45:** Evaluación de la distancia esternomentoniana





## ESCALA DE MALLAMPATI

El test de Mallampati-Samsoon se debe de realizar con el paciente sentado, con la cabeza en posición neutra y se le pedirá que abra la boca, que saque la lengua y que diga “AAA”, se valorará 4 grados según la visualización de las estructuras faríngeas: úvula, pilares y paladar blando. La clase III o IV predicen una intubación difícil. (R. Valero1, 2008)

**Tabla 21: Escala de Mallampati**

| Grado | Visualización Directa con Paciente Sentado | Visualización Laringoscópica     |
|-------|--------------------------------------------|----------------------------------|
| I     | Paladar blando, fauces, úvula, pilares     | Toda la glotis                   |
| II    | Paladar blando, fauces, úvula              | Comisura posterior               |
| III   | Paladar blando y base de úvula             | Punta de la epiglotis            |
| IV    | Solo paladar duro                          | No se observa estructura glótica |

**Ilustración 46:** Visualización de estructuras faríngeas



**Fuente:**(IFSES Na Twitteru, 2020)

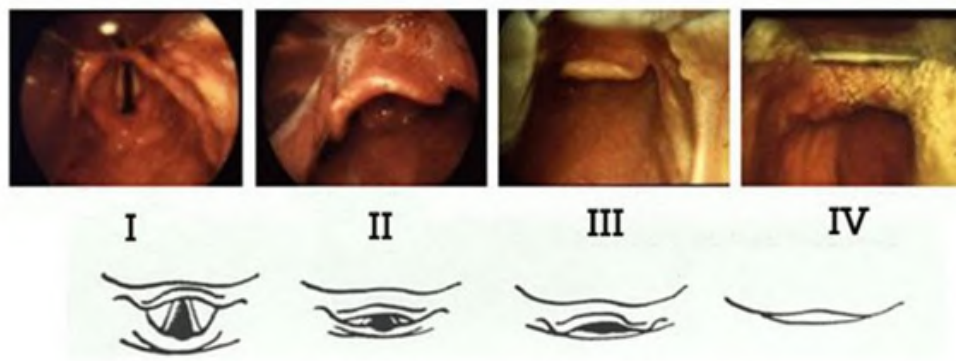


PREDICTOR CORMACK LEHAME

En base a las estructuras anatómicas que conforman la laringe y que se visualizan por laringoscopia directa, esta escala se encarga de valorar el grado de dificultad que se puede encontrar en el momento de realizar una intubación orotraqueal una vez que se han alineado los ejes anatómicos oral, faríngeo y laringeo. Se debe tomar en cuenta que aunque se tenga una visualización pobre de la glotis, esto no siempre se asocia con una intubación difícil. De acuerdo al estudio realizado un 67% de los pacientes con un C-L III se han intubado sin problemas al primer intento. (Juan, 2018) (Élida Orozco-Díaz, 2010)

| Tabla 22: Predictor Cormack Lehame |                                                                                                      |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Grado                              | Visualización                                                                                        |
| I                                  | Se observa el anillo glótico en su totalidad (intubación muy fácil)                                  |
| II                                 | Solo se observa la comisura o mitad superior del anillo glótico (difícil)                            |
| III                                | Solo se observa la epiglotis sin visualizar orificio glótico (muy difícil)                           |
| IV                                 | Imposibilidad para visualizar incluso la epiglotis (intubación solo posible con técnicas especiales) |

Ilustración 47: Visualización de la escala de Cormack Lehame



Fuente:(Nanjayya et al., 2020)



PREDICTORES PATOLÓGICOS DE VÍA AÉREA DIFÍCIL

Tabla 23: Predictores patológicos de vía aérea difícil

| CONGÉNITAS                   | ADQUIRIDAS                                     |
|------------------------------|------------------------------------------------|
| Síndrome de Pierre Robin     | Obesidad mórbida                               |
| Síndrome de Treacher-Collins | Acromegalia                                    |
| Síndrome de Goldenhar's      | Infecciones de la Vía Aérea (angina de Ludwig) |
| Mucopolisacaridosis          | Artritis Reumatoide                            |
| Acondroplasia                | Apnea Obstructiva del Sueño                    |
| Micrognatia                  | Espondilitis Anquilosante                      |
| Síndrome de Down             | Tumores de la Vía Aérea y traumas              |

Fuente:(Vadillo Serra Rojas et al., 2015)

Ilustración 48: Diversos predictores patológicos



Fuente:(Pichardo, 2018)



Fuente:(Pichardo, 2018)



## ESCALA HEAVEN

Esta escala nos permite tener una apreciación rápida del grado de dificultad que presentara la vía aérea, a diferencia de su predecesora LEMON esta escala nace en los servicios de emergencias ((NAEMT), 2020); el acrónimo HEAVEN nos indica:

- H** ipoxia
- E** xtremos de tamaño (paciente pediátrico y paciente obeso)
- A** cambios anatómicos (traumatismos, enfermedades congénitas)
- V** ómito, sangre, secreciones en la vía aérea.
- E** exanguinación
- N** Movilidad del cuello (pacientes con lesión cervical)

## ESCALA LEMON

Esta escala por años fue el estándar en predicción de manejo de vía aérea difícil, sin embargo, las características de sus componentes suponían una dificultad para valoración en emergencias, la escala valora:

- L** ook aspecto externo: Buscar lesión, trauma o deformidad en el rostro o vía aérea
- E** valuar 3-3-2: Distancia interincisivos <3 dedos  
 Distancia mentohioidea <3 dedos  
 Distancia c. tiroides-suelo boca <2 dedos
- M** allampati Mallampati  $\geq 3$
- O** bstrucción: Presencia de epiglotitis, abscesos amigdalinos
- N** eck, movilidad cuello: uso de collarín, imposibilidad extensión cervical



## PREPARAR MATERIALES

El proceso de la intubación dependerá ampliamente de la disponibilidad de recursos, se puede tener todo el conocimiento necesario para llevar a cabo el procedimiento sin embargo la ausencia de equipamiento siempre será un importante limitante a la hora de actuar, ese debe contar con un control diario al inicio de la guardia de cuáles son los recursos disponibles y organizarlos para una pronta respuesta, así como también contar con check-list (ver anexo) de preparación previo a la RSI, al igual que con las escalas de predicción de vía aérea difícil existen múltiples nemotecnias para recordar el equipamiento necesario, se puede sugerir usar la "AORAME", esta nemotecnia nos indica:

A SPIRACIÓN

O XIGENACIÓN

R ESPIRACIÓN - EQUIPO

A GENTES MEDICAMENTOSOS

M ONITORIZACIÓN

E VALUACIÓN INTUBACIÓN

## PREPARAR ENTORNO

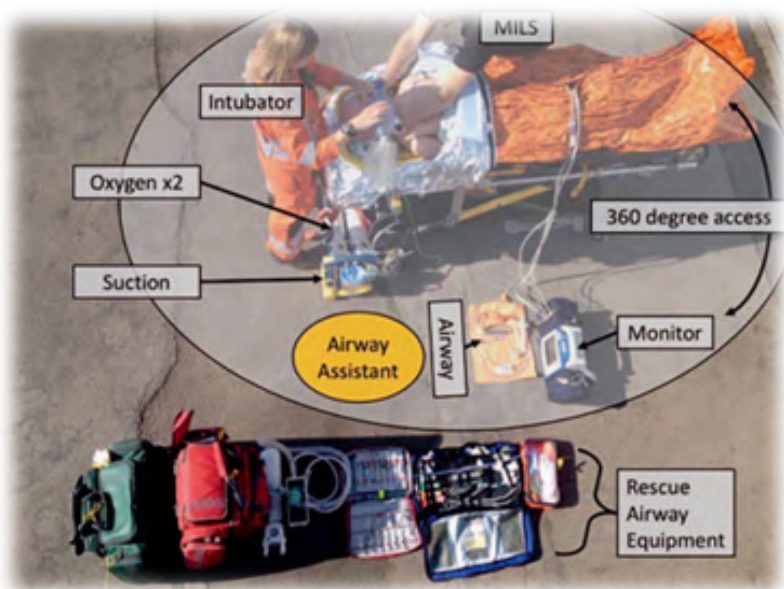
Dentro de la preparación del entorno consta la asignación de funciones a cada miembro del equipo de respuesta, de esta manera todos conocerán que lugar y que actividades realizarán durante el procedimiento de RSI; el preparar el entorno en la emergencia principalmente en la atención prehospitalaria donde el espacio es limitado toma gran importancia pues los proveedores necesitan un acceso 360° hacia el paciente y al kit donde se encuentran todos sus materiales. La World Federation of Societies of Anesthesiologists, recomienda adoptar siempre que sea posible las siguientes posiciones de trabajo. ( Ver Ilustración)

## PREPARAR PLAN DE EMERGENCIA

En caso de que falle más de 3 intentos de intubación se deberá decretar vía aérea fallida e iniciar con el plan de emergencia en él debe estar contemplado el uso de diferentes dispositivos o técnicas como uso de máscara laríngea (como vimos anteriormente incluso puede ser la primera opción) vía aérea quirúrgica según el conocimiento del proveedor, los recursos disponibles y los protocolos reguladores.



**Ilustración 49:** Distribución del equipo de trabajo en la escena



*Fuente: (Luck & Morgan, 2019)*

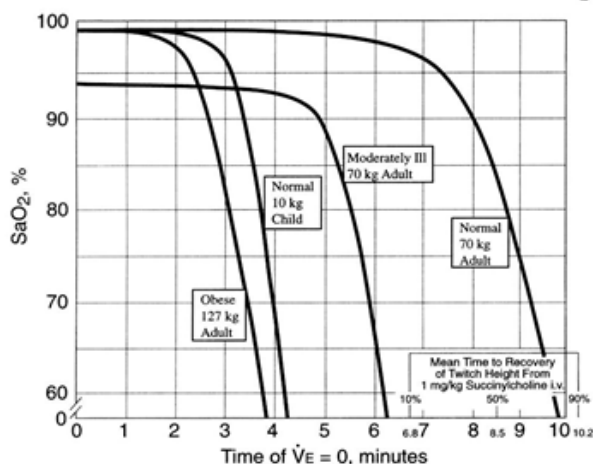
## PREOXIGENACIÓN

Durante el proceso de intubación orotraqueal la administración de medicamentos especialmente el uso de relajantes musculares suspenderán transitoriamente las funciones respiratorias del paciente lo cual conlleva a desaturación, es importante tener en cuenta que una desaturación inferior 70% pone al paciente en riesgo de arritmias, descompensación hemodinámica, hipoxia cerebral y muerte, la velocidad con la que desatura el paciente dependerá del punto en que se encuentre en la curva de disociación de oxihemoglobina previo al proceso de intubación, en un paciente crítico saturando al 100% previo al procedimiento en tan solo 23 segundos se obtendrá una saturación <85% (Weingart & Levitan, 2012), esto nos alerta que en cualquier paciente crítico que no sea saturado al 100% previo a la apnea transitoria el tiempo se reducirá aún más.



## Ilustración 50: Tiempo de desaturación de la hemoglobina

TIME TO HEMOGLOBIN DESATURATION WITH INITIAL  $F_{A}O_2 = 0.87$



*Fuente:* (Weingart & Levitan, 2012)

En la emergencia la evidencia sugiere preoxigenar al paciente con un impulso respiratorio adecuado por al menos 3 minutos u 8 respiraciones en máxima inhalación y exhalación buscando siempre una saturación  $>90\%$  y de ser posible cercana a  $100\%$ , no se recomienda el acompañamiento con presión positiva a menos que el paciente pierda autonomía respiratoria o realice sobre-esfuerzos, los dispositivos a utilizar principalmente serán las mascarillas de no re-inhalación con reservorio a  $10\text{Lt}/\text{min}$ , a esta se le puede sumar la oxigenación apnéustica, ésta consiste en la colocación de cánulas nasales a  $15\text{Lt}/\text{min}$  durante el periodo de preoxigenación y de laringoscopia, la difusión simple del oxígeno permitirá este proceso y al ser por cortos tiempos no produce lesiones a nivel de la mucosa nasal (Weingart & Levitan, 2012). En pacientes que ante el uso de mascarilla con reservorio y oxigenación apnéustica no exista mejoría y no se logre alcanzar los límites de saturación se puede optar por iniciar ventilaciones a presión positiva buscando establecer un CPAP (Continuous positive airway pressure) ya sea por dispositivos con mascarilla CPAP como los dispositivos Boussignac o a través del uso de ventiladores mecánicos, en entornos de limitados recursos donde no exista la posibilidad de contar con este tipo de dispositivos se puede fabricar un CPAP artesanal usando la PEEP (Presión positiva al



final de la espiración) que se consigue al usar el dispositivo bolsa válvula mascarilla (BVM) y agregado a este una cánula nasal a 15Lt/min (similar a la oxigenación apnéustica) esto permitirá usar los beneficios de la CPAP y mejorar las oxigenación de los pacientes (Weingart & Levitan, 2012).

## **Ilustración 51** Intubación endotraqueal por vía oral



**Fuente:** (Weingart & Levitan, 2012)

**Nota:** Una válvula PEEP desechable. Este artículo económico es capaz de establecer ajustes de PEEP de 5 a 20 cm H<sub>2</sub>O. Cuando se coloca en el puerto de exhalación de un dispositivo de mascarilla con válvula de bolsa, permite que el dispositivo proporcione PEEP/CPAP cuando el paciente respira espontáneamente y durante las ventilaciones asistidas. Si se combina con una cánula nasal ajustada a 15 l/minuto, proporcionará CPAP incluso sin ventilaciones. La generación de presión positiva se basa en un sello hermético de la máscara.

En entornos con mayor capacidad de recurso y siempre que la situación lo permita, en pacientes con alto riesgo de desaturación el protocolo de VAPOX ventilator-assisted preoxygenation (Preoxigenación Asistida por Ventilador) puede ser una gran alternativa (Grant et al., 2016), es importante denotar que aquí se ponen en la balanza riesgo beneficio de hipoxia vs aspiración gástrica, la hipoxia siempre será el enemigo a vencer, esto es algo importante a considerar previo a su uso (se puede mitigar con sondaje gástrico).



El protocolo VAPOX sugiere configurar el ventilador mecánico en modo no invasivo espontáneo (NIV-ST) con los siguientes parámetros:

- Frecuencia respiratoria 6-8rpm
- Presión soporte de 10cmH<sub>2</sub>O
- PEEP de 10cmH<sub>2</sub>O
- Sensibilidad del trigger espiratorio al 50%
- FiO<sub>2</sub> de 100%
- Tiempo inspiratorio de 2s
- I:E 1:2
- Presión rampa de 50 ms

Cambiar a modo ventilatorio control presión una vez inicie el periodo de apnea e iniciar intubación posterior al inicio farmacológico. Se puede combinar con oxigenación apnéustica, y es importante denotar que se aplica la mascarilla facial con agarre tipo eminencia tenar a dos manos (Ver técnica en el Cap-4) y se inicia la preoxigenación durante 3 min.

Dentro de la preoxigenación la posición en rampa puede contribuir a una correcta preoxigenación, en pacientes con restricción del movimiento espinal por trauma se puede optar por la posición anti-Trendelenburg.

## ALGUNOS DATOS ADICIONALES

**Tabla 24: Equivalencias**

|             |                  |
|-------------|------------------|
| 1cc         | 1ml              |
| 1 cc        | 20 gotas         |
| 1 cc        | 60 microgotas    |
| 20 gotas    | 60 microgotas    |
| 1 litro     | 1000 ml          |
| 1 gramo     | 1000 miligramos  |
| 1 miligramo | 1000 microgramos |

**Tabla 25: Diámetro traqueal**

|                |            |
|----------------|------------|
| Recién Nacido  | 2-4 mm     |
| De 1 a 4 años  | 6 mm       |
| 5 años         | 8 mm       |
| De 8 a 12 años | 10 mm      |
| Adolescentes   | 13-15 mm   |
| Adultos        | 16 – 18 mm |



PREMEDICACIÓN

Consiste en la administración de fármacos antes del proceso de la inducción-relajación con el fin de disminuir los efectos adversos secundarios a la intubación orotraqueal (hipotensión, bradicardia o taquicardia, aumento de presión intracraneal y resistencia de la vía aérea). La aplicación del pretratamiento tiene beneficio, así como riesgo adherente al fármaco utilizado por lo cual es importante que el proveedor tenga un conocimiento sólido de los beneficios y efectos adversos de cada fármaco a usar. Actualmente se prefiere solo administrar los fármacos que han demostrado mayor beneficio, y omitir los que no han demostrado una evidencia clara. Los fármacos utilizados en el pretratamiento de la RSI son: atropina, lidocaína y opiáceos de acción corta (el más utilizado el fentanilo) (Zamarrón López et al., 2020). Es importante recordar que esto no es receta de cocina y la elección de cada fármaco dependerá del tipo de paciente y la condición clínica en que este se encuentre. El pretratamiento, para que sea más efectivo, debe administrarse 3 min antes de comenzar con la inducción, en casos donde no se pueda retrasar la intubación podrán acortarse estos tiempos o incluso obviarse la administración farmacológica como en la vía aérea CRASH.

FÁRMACOS PARA PREMEDICACIÓN

| Tabla 26: Fármacos para premedicación |                 |                                                                                                                  |
|---------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Medicación                            | Dosis IV        | Indicaciones                                                                                                     |
| Atropina                              | 0,01-0,02 mg/kg | Disminuye la incidencia de bradicardia a la estimulación de la laringoscopia                                     |
| Lidocaína                             | 1 mg/kg         | Disminuye la PIC y el broncoespasmo                                                                              |
| Fentanilo                             | 0,5mcg/kg       | Administrar en todos los casos posibles<br>Sospecha de PIC elevada<br>Cardiopatía isquémica<br>Disección aórtica |

Fuente:(Zamarrón López et al., 2020)



## INDUCCIÓN CON PARÁLISIS NEUROMUSCULAR

Se procede a la inducción y a la relajación neuromuscular simultánea para producir una (Klein et al., 2006) inconsciencia y relajación muscular que facilite la intubación orotraqueal y minimice el riesgo de aspiraciones, el proceso de inducción consiste en pasar de un estado de despierto a dormido a través de fármacos sedantes, actualmente los sedantes más utilizados son: etomidato, ketamina, propofol y midazolam, aunque este último sin indicación para algún escenario clínico específico; la elección del sedante óptimo dependerá de cada situación clínica específica a la que nos enfrentemos (Zamarrón López et al., 2020).

**Tabla 27: Fármacos Inductores**

| Sedantes  | Dosis IV (mg/kg) | Inicio (min) | Ta             | PIC         |
|-----------|------------------|--------------|----------------|-------------|
| Etomidato | 0,2-0,3          | < 1          | Mínimo/aumenta |             |
| Tiopental | 3-5              | < 1          | Disminución    | Disminución |
| Ketamina  | 1-2              | 1            | Mínimo/aumenta | Mínimo      |
| Propofol  | 1-3              | < 1          | Disminución    | Disminución |
| Fentanilo | 1-2mcg           | 3-5          | Disminución    | Disminución |
| Midazolam | 0,05-0,1         | 1-2          | Mínimo         | Mínimo      |

*Fuente:* (Luck & Morgan, 2019; Zamarrón López et al., 2020)

**Tabla 28: Fármacos Bloqueantes**

| Relajantes     | Dosis IV (mg/kg) | Inicio (min) | Recuperación (min) |
|----------------|------------------|--------------|--------------------|
| Rocuronio      | 1-1,2            | < 1          | >20                |
| Succinilcolina | 1-2              | < 1          | 3-10               |

*Fuente:* (Luck & Morgan, 2019; Zamarrón López et al., 2020)



## PROTECCIÓN Y POSICIÓN DEL PACIENTE CON LARINGOSCOPIA DIRECTA

En esta fase se coloca al paciente en la posición idónea para facilitar la intubación, en este punto si se realizó una correcta preparación del paciente en el punto uno, nos resultara fácil alinear los ejes y lograr una fácil intubación. Se realiza una optimización de la visualización de la vía aérea con la maniobra de BURP por sus siglas en inglés (Back, Up, Right and Pressure ).

La posición ideal para la intubación orotraqueal es la llamada «sniffing the morning air» (olfateando el aire de la mañana) ~ o «sipping english tea» (bebiendo un té inglés). Esta posición se logra con la cabeza hiperextendida con respecto al cuello, y el cuello flexionado con respecto al tronco (excepto en el paciente con sospecha de lesión medular cervical), se facilita elevando ligeramente la cabecera de la cama o colocando una pequeña ~ almohada en el occipucio, esta posición es fácil de conseguir si durante la preparación se planificó realizar una intubación en rampa, pues el paciente esta casi ya posicionado y después de la parálisis e inducción será cuestión de un ligero movimiento conseguirla. Esta posición consigue la alineación ideal de los 3 ejes (oral, faringe y laringe) para una visualización óptima de la glotis, y facilita la intubación orotraqueal.

Una vez obtenida la posición adecuada se debe introducir la hoja del laringoscopio por la comisura bucal ingresando por el lado derecho y avanzarlo hasta el surco glosso epiglótico, luego desplazar la lengua hacia la izquierda y traccionar el laringoscopio hacia ventral, logrando de este modo la elevación de la epiglotis y la exposición de las cuerdas vocales, durante la laringoscopia directa se realiza una evaluación rápida de la visualización de la glotis y se determina si la intubación puede ser difícil o no, se evalúa con la clasificación de Cormack-Lehane, donde el grado I-II predice una intubación fácil y el grado III-IV una intubación difícil, importante que ante una vía aérea difícil la maniobra de Sellick ya no se recomienda pues no solo es poco útil sino que compromete la visualización de la glotis y la oxigenación apnéustica (Weingart & Levitan, 2012; Zamarrón López et al., 2020)



## COMPROBACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Luego de que el tubo pase a través de la glótis, se deberá inflar el balón del TE con una presión de 20-30 cmH<sub>2</sub>O (Ver técnica más adelante) y proceder con las ventilaciones con presión positiva por medio de un dispositivo BVM. Al realizar este proceso se deberá seguir los siguientes pasos para comprobar que efectivamente el tubo se encuentra bien posicionado en la tráquea:

**1** Idealmente, si se dispone, se recomienda colocar un detector colorimétrico / capnógrafo de CO<sub>2</sub>, la presencia de CO<sub>2</sub> espirado nos confirma que el TE esta colocado en la vía aérea, pero no asegura que su posición sea la adecuada, si NO se detecta CO<sub>2</sub> en la espiración, significa que el TE se encuentra en esófago y obliga a retirarlo y rescatar la ventilación.

**2** Si no puede realizar el paso 1; Inicie auscultando el epigastrio; la presencia de borborigmos durante la primera insuflación, sugiere una intubación esofágica y obliga a retirarlo y rescatar la ventilación.

**3** Si la entrada de aire no es igual en todos los campos pulmonares, se debe sospechar de una intubación selectiva, generalmente hacia el bronquio derecho, esto debido a que el TE se encuentra demasiado introducido. Sin embargo, si el ingreso de aire se escucha demasiado abolido, se relaciona con la falta de inserción del TE.

**4** Para evitar inicialmente con lo descrito en el punto 3, es recomendable aplicar la siguiente fórmula que nos permite fijar el tubo endotraqueal a nivel de la comisura labial, contribuyendo a mejorar la posición del TE:

$$\text{N}^\circ \text{ TE} * 3 = \text{cm del TE fijado a nivel de la comisura labial.}$$

Ejemplo:  $6 * 3 = 18 \text{ cm.}$  El TE debería estar fijado en esa distancia.

Luego de este procedimiento es necesario auscultar los pulmones.

**5** Finalmente está indicada una radiografía anteroposterior de torác para confirmar definitivamente la posición del tubo endotraqueal.



El uso de los detectores colorimétricos de CO<sub>2</sub> expirado no deben usarse para realizar una monitorización continua y fisiológica del comportamiento de gases a nivel sanguíneo ni de la eficacia de la ventilación, para ello se deberá realizar gasometrías y una monitorización continua de CO<sub>2</sub> al final de la espiración por medio de un capnógrafo.

**Ilustración 52:** Detector colorimétrico de CO<sub>2</sub> expirado



*Fuente:* (Detector DE CO<sub>2</sub> EASY Adulto | RESCUE, n.d.)

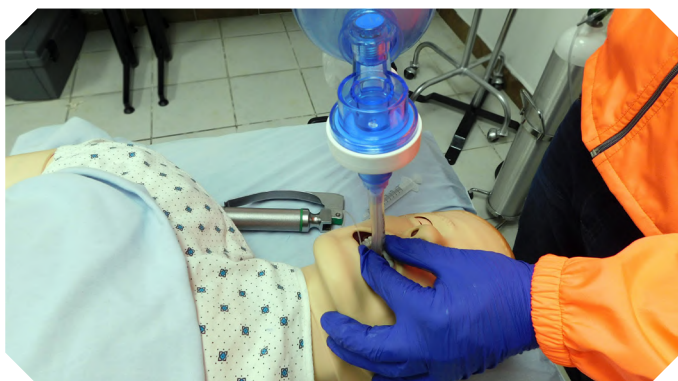




## MANEJO AVANZADO DE LA VÍA AÉREA

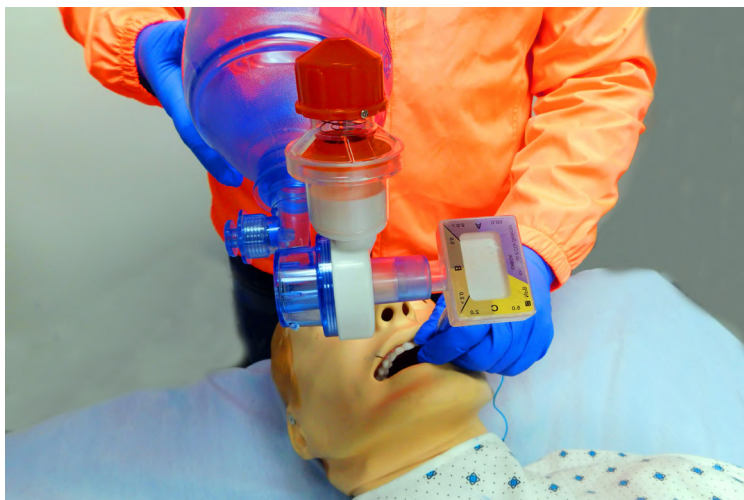
**Ilustración 53:** Procedimiento de intubación endotraqueal por vía oral

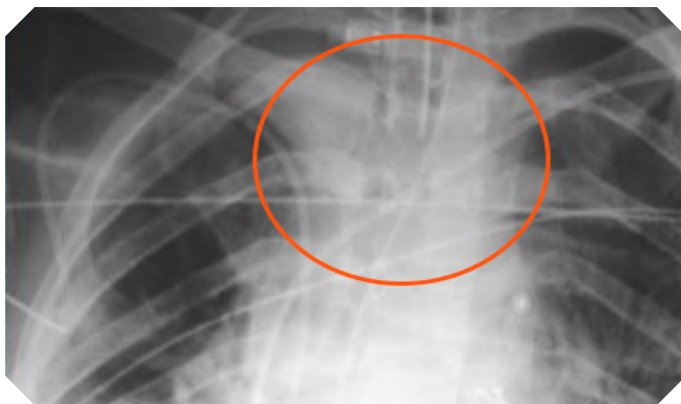






**Ilustración 54:** *Comprobación del éxito de intubación endotraqueal*







### EVALUACIÓN DEL NEUMOTAPONAMIENTO

Consiste en inflar el bag del tubo endotraqueal posterior a la intubación con una cantidad de volumen optima, la cual permite un sello adecuado en el lumen entre la tráquea y el tubo. El bag del tubo se distiende simétricamente hasta lograr un sellado sin fugas con una presión de 20-30 cmH<sub>2</sub>O, este sello permite un sistema de inhalación sin fugas, facilita la ventilación a presión positiva de los pulmones, evita la neumonía asociada al ventilador por aspiración de microgotas, al igual que las lesiones de la mucosa peri traqueal debido a una excesiva compresión del tejido circundante al bag (Eisenbrey et al., 2016).

Para realizar el neumotaponamiento se puede utilizar dispositivos comerciales diseñados para dicho propósito como el AG CUFFILL® o el manómetro de control de presión. En situaciones más austeras se puede fabricar un medidor de control de presión casero utilizando un esfigmomanómetro, una llave de tres vías y una jeringa; para utilizar este método debemos tener en cuenta que las mediciones del esfigmomanómetro se realizan en mmHg, por lo cual será necesario realizar la conversión de unidades a cmH<sub>2</sub>O, 1 mmHg = 1,36 cmH<sub>2</sub>O.

Pasos para realizar el neumotaponamiento con medidor de presión casero

1. Desinflar el bag por completo previa aspiración secreciones orofaríngeas.
2. Conectar el manómetro y una jeringa con volumen a la llave de tres vías.
3. Permita el paso de flujo entre los tres dispositivos.
4. Inyecte volumen midiendo el nivel de presión que marca el manómetro, el objetivo es mantener entre 19 mmHg = 25,84 cmH<sub>2</sub>O.
5. Una vez alcanzados los valores objetivos cierre el paso de flujo hacia el bag del tubo orotraqueal, ausculte sobre el cuello para verificar ausencia de fugas.
6. Desacoplar el bag a la llave de tres vías y etiquetar la presión y la cantidad de aire que has sido necesarios.

**Ilustración 55:** Dispositivos de control de presión disponibles



Fuente: (AGCUFFILL, 2022)



Fuente:(DCCPRODUCTS, 2022)

**Ilustración 56:** Dispositivos casero para la medición de presión





## CAPNOMETRÍA Y CAPNOGRAFÍA

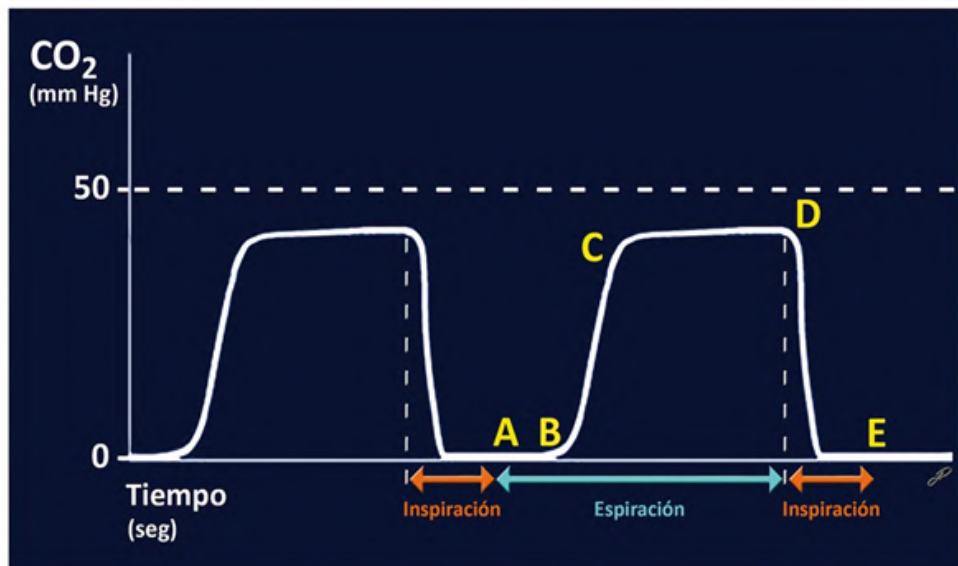
La capnografía es la representación gráfica de los niveles de  $\text{CO}_2$  durante todo el ciclo respiratorio y realiza un análisis cuantitativo y cualitativo mientras que la capnometría hace solo un análisis cuantitativo. La capnografía y la capnometría son mediciones continuas y no invasivas del  $\text{CO}_2$  exhalado durante el ciclo de la respiración y se relaciona directamente con el nivel de concentración de  $\text{CO}_2$  a nivel de los alvéolos y a nivel arterial ( $\text{PaCO}_2$ : 35 a 45 mmHg). El  $\text{CO}_2$  exhalado se puede medir de dos formas diferentes: a) como volumen (capnografía volumétrica), típico de pacientes intubados en unidades de cuidados intensivos y/o quirófanos, y b) como presión parcial del gas respecto a una línea de tiempo (capnografía temporal:  $\text{EtCO}_2$ ). En condiciones normales la  $\text{EtCO}_2$  y la  $\text{PaCO}_2$  se mantienen en valores similares (+/- 5 mmHg.).

En un capnograma normal podemos diferenciar claramente 4 fases:

1. Corresponde al período comprendido entre el final de la inspiración y el inicio de la espiración siguiente, cuando comienza la ventilación del espacio muerto formado por la vía aérea superior y parte del árbol bronquial que no tienen capacidad para intercambiar gases, y cuyo volumen de aire está prácticamente libre de  $\text{CO}_2$ , siendo muy similar al del aire atmosférico. Al conectar el capnógrafo, éste reconoce esta presión de  $\text{CO}_2$  ambiental y la asimila al valor “cero”, proceso conocido como “autocero”, creando una línea isoelectrica en el gráfico (Ver ilustración, secciones A-B).
2. Inicia una rápida elevación gracias a la eliminación del  $\text{CO}_2$  del resto de espacio muerto, pero esta vez mezclado con el  $\text{CO}_2$  alveolar (Ver ilustración, secciones B-C).
3. Denominada también meseta alveolar: el aire exhalado procede enteramente de los alvéolos, y se observa un ascenso lento y progresivo del  $\text{CO}_2$  que forma una meseta (Ver ilustración, secciones C-D), hasta alcanzar el punto en el que la presión parcial del gas es máxima (Ver ilustración, punto D): éste es el valor presiométrico que registra el capnógrafo/capnómetro, el llamado  $\text{CO}_2$  tele-espiratorio o  $\text{EtCO}_2$ .
4. Se inicia la fase inspiratoria y, por tanto, la presión parcial de  $\text{CO}_2$  decrece bruscamente hasta quedarse en cero (Ver ilustración, secciones D-E).



### Ilustración 57: Fases capnográficas



*Fuente: (Dudaryk et al., 2017)*

## INDICACIONES CLÍNICAS DE LA CAPNOGRAFÍA

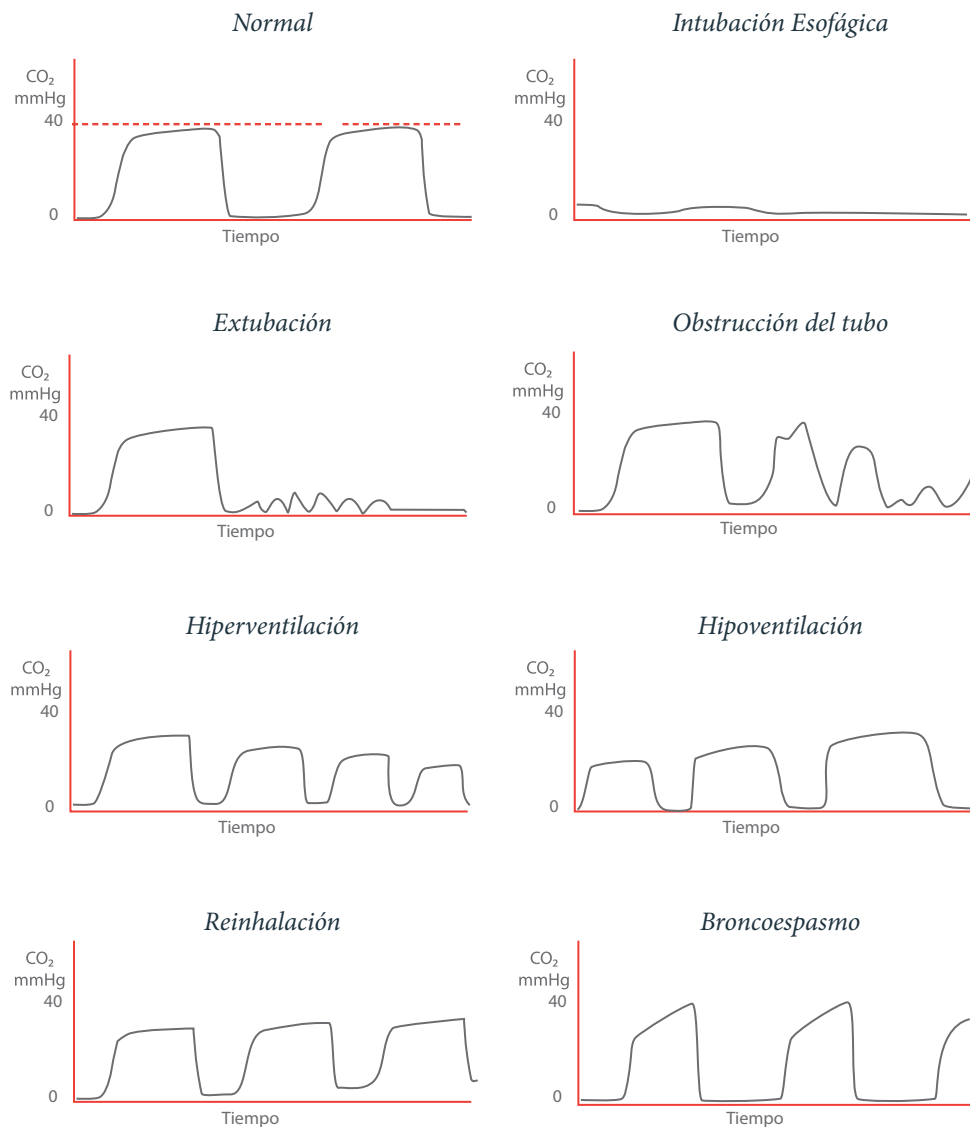
Los capnógrafos comúnmente empleados en los servicios de emergencias médicas (SEM) o servicios de atención prehospitalaria disponen de dispositivos capaces de monitorizar a todo tipo de pacientes, desde neonatos a adultos, con respiración espontánea o con ventilación asistida, y a pesar de ser una monitorización no invasiva, tiene muchas utilidades clínicas como por ejemplo en la reanimación cardiopulmonar debido a que nos permite analizar la calidad del procedimiento, si los valores de  $\text{ETCO}_2$  son  $< 10$  mmHg (pero no de 0), nos indican la necesidad de reevaluar la calidad de las maniobras de RCP, ya que estas cifras se relacionan con un gasto cardíaco deficiente durante la RCP y con un pronóstico desfavorable en la recuperación de la circulación espontánea. Pero si la  $\text{EtCO}_2$  aumenta de forma brusca a valores normales, es razonable considerar este valor como un indicador de la RCE.



## MANEJO AVANZADO DE LA VÍA AÉREA

A continuación se muestran otras utilidades clínicas de la capnografía, durante la atención del paciente crítico:

### **Ilustración 58:** *Intubación endotraqueal por vía oral*



**Fuente:** (Dudaryk et al., 2017)



## MANEJO POSINTUBACIÓN

Este es el último eslabón dentro de las 7Ps, se debe garantizar una adecuada analgesia, sedación e incluso bloqueo neuromuscular cuando sea necesario; es importante recordar que todo el proceso de la intubación es un soporte a la ventilación en lo que se trata la condición clínica del paciente que le llevo a requerir intubación, por lo cual es adecuado iniciar lo antes posible el tratamiento específico, por ejemplo en un paciente con trauma de cráneo derivarlo a neurocirugía o en un paciente con asma aplicar la secuencia farmacológica específica y usar estrategias de ventilación pulmonar.

Para garantizar una correcta ventilación de nuestros pacientes lo más recomendable es iniciar con ventilación mecánica (véase capítulo de ventilación mecánica) siempre que sea posible, si bien por muchos años se consideró el uso del dispositivo BVM como una alternativa igual de efectiva, McLachlan en su estudio demostró que no solo no son iguales sino que el uso del dispositivo BVM conlleva a hipoxia, y alteraciones en los volúmenes tidales y EtCO<sub>2</sub> (McLachlan et al., 2019).

Los fármacos de elección para una correcta sedo analgesia dependen del criterio del proveedor sanitario, los principales son fentanilo, propofol, midazolam, ketamina. La dosis del fármaco sedante dependerá el nivel de sedación que busquemos en nuestro paciente, para medir este nivel contamos principalmente con las escalas de RASS y de RAMSAY, estas escalas también nos ayudan a predecir el delirium (Fc et al., 2018).

### *Ilustración 59: Inicio de ventilación mecánica*





## RICHMOND AGITATION SEDATIVE SCALE- RASS

**Tabla 29: Fármacos Inductores**

| Nivel | Características                                                                 |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------|
| +4    | Combativo, ansioso, violento                                                    |
| +3    | Muy agitado, intenta quitarse el TET y los catéteres                            |
| +2    | Agitado, movimiento frecuentes lucha con el ventilador                          |
| +1    | Ansioso, inquieto, pero sin conducta violenta                                   |
| 0     | Alerta y tranquilo                                                              |
| -1    | Adormilado, despierta con la voz, abre los ojos +10 segundos                    |
| -2    | Sedación ligera, despierta con la voz, abre los ojos -10 segundos               |
| -3    | Sedación moderada, abre los ojos, pero no dirige la mirada                      |
| -4    | Sedación profunda, no responde a la voz, abre los ojos a la estimulación física |
| -5    | Sedación muy profunda, no hay respuesta a la estimulación verbal o física       |

*Fuente: (Fc et al., 2018)*

### NOTA:

Rango 1 a 4 ansiedad- agitación

Rango -3 a 0 sedación moderada consciente

Rango -4 a -5 sedación profunda



ESCALA DE RAMSAY

| Tabla 30: Escala de Ramsay |                                                     |
|----------------------------|-----------------------------------------------------|
| Nivel                      | Características                                     |
| 1                          | Despierto, ansioso y agitado, no descansa           |
| 2                          | Despierto, cooperador, orientado y tranquilo        |
| 3                          | Dormido con respuesta a ordenes                     |
| 4                          | Somnoliento con breves respuestas a la luz y sonido |
| 5                          | Dormido con respuesta solo al dolor                 |
| 6                          | Profundamente dormido sin respuesta a estímulos     |

Fuente: (Fc et al., 2018)

Nota: El grado de sedación que se considera meta es de 5.

DOSIS RECOMENDADAS DE SEDANTES Y ANALGÉSICOS

ANALGÉSICOS NO OPIOIDES:

En todo paciente debería usarse paracetamol (salvo existan contraindicaciones) pues permite una correcta sinergia con otros analgésicos permitiendo un mayor efecto con menores dosis.



# MANEJO AVANZADO DE LA VÍA AÉREA

| Analgésicos No Opioides      |                         |                    |                               |                         |                                                                       |                                                                |                                                                                            |
|------------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fármaco                      | Inicio de acción        | Duración de acción | Presentación                  | Dilución habitual       | Dosis (ITTE)                                                          | Dosis (in-fusión)                                              | Efectos adversos                                                                           |
| Paracetamol (VO)             | 30-60 min (variable)    | 4-6h               | 500 y 1000 mg (amp/comp)      | N/A                     | 500 a 1000 mg c/6 u 8 h (máx. 4 g/día)                                | N/A                                                            | Toxicidad hepática (NOEXCEDER 4 g/día)                                                     |
| Paracetamol (IV)             | 5-10 min                | 4-6h               | 500 mg/50 ml o 1000 mg/100 ml | Listo para administrar. | 1000 mg c/8 h (máx. 4 g/día)                                          | N/A                                                            | Toxicidad hepática (NOEXCEDER 4 g/día)                                                     |
| Ibuprofeno (VO/IV)           | 25 min                  | 6-8h               | 400 y 600 mg (amp/comp)       | 400 mg/100 ml SF o Dx   | 400 a 600 mg c/6 u 8 h (máx. 3200 mg/día), en infusión lenta (30 min) | N/A                                                            | Anafilaxia<br>Insuficiencia renal.                                                         |
| Ketorolac (VO/IV/SC)         | 10 min EV.<br>30-60 min | 4-6h               | 20 mg (comp) y 30 mg (amp)    | 30 mg/100 ml SF o Dx    | 10 mg c/6 h (VO) y 30 mg c/8-6h EV (máx. 120 mg/día)                  | MÁX-IMO5 DÍAS                                                  | Insuficiencia renal.MÁXIMO 5 DÍAS. Evitar en pacientes con riesgo de hemorragia digestiva. |
| Dipirona (metamizol) (VO/IV) | VO<br>30-60 min         | 6-8h               | 1000 (amp) y 500 mg (comp)    | 1000 mg/100 ml SF o Dx  | VO: 0,5 a 1 g c/6 h (máx. 4 g/día) y IV: 1 g c/6 h (máx. 5 g/día)     | V.O. 3. <sup>a</sup> línea después de paracetamol e ibuprofeno | Agranulocitosis, anemia aplásica, reacciones cutáneas severas.                             |

**Nota:** N/A: no aplicable; ITTE: intermitente; SOS: dosis extra, única, de medicación o rescate **Modificado de:** (Fc et al., 2018)



| Analgésicos (Opioides) |                  |                      |                |                         |                        |                                        |                    |                                                                                                                                      |
|------------------------|------------------|----------------------|----------------|-------------------------|------------------------|----------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fármaco                | Inicio De Acción | Dura- ción De Acción | Presen- Tación | Dilu- ción Ha- bi- tual | Dilución En <Vol       | Dosis (ltte)                           | Dosis (Infusión)   | Efectos Adversos                                                                                                                     |
| Morfina                | 5-10 Min         | 3-5H                 | 10 Mg/1ml      | 3 Amp/200 MI Dx5% O Sf  | 3 Amp En 100           | Sos 2-4 Mg /Dosis                      | 2-30Mg/H           | Acumulación En Falla Hepática/ Renal. Liberación De Histami- na.Inestabilidad Hd.                                                    |
| Remifentanilo          | 1-3 Min          | 3-10Min              | 5 Mg/5 MI      | 2 Amp/100 MIDx5% O Sf   | 4 Mp/ 100 MI Dx5% O Sf | No                                     | 0,5-15 Mcg/ Kg/H   | Apnea, Rigidez Torácica, Temblores. Hipotensión Y Bradicardia. Atención: Sólo En Pacientes Con Vía Aérea Asegurada. Riesgo De Apnea. |
| Fentanilo              | 1-2 Min          | 30-60 Min            | 250 Mcg/ 5 MI  | 3 Amp/200 MIDx5% O Sf   | 3 Amp/ 100 MI          | Sos 0,35-0,5 Mcg/ Kg/Dosis C/30 Min-1h | 0,7 - 10 Mcg/ Kg/H | Tórax Leñoso, Depresión Respiratoria, Acumulación En Falla Hepática.                                                                 |
| Tramadol (Iv)          | 30 Min           | 8H                   | 50 Mg Y 100 Mg | 1 Amp/100 MI Dx5% O Sf  |                        | 50- 100 Mg C/ 8 H (Máx. 400 Mg)        | N/A                | Constipación. Delirium.                                                                                                              |
| Tramadol (Vo)          | 1 H (Píco 2-3 H) | 8H                   | 50 Y 100 Mg    | N/A                     | N/A                    | 50 A 100 Mg C/ 6H (Máx. 400 Mg)        | N/A                | Constipación. Delirium.                                                                                                              |



## MANEJO AVANZADO DE LA VÍA AÉREA

|                                  |                                                                         |                                                                                |                                                                                         |                                    |                              |                                                                                                                                                                                                          |                                                                                    |                                                                                   |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Tramadol (VO)                    | 1 h<br>(pico 2-3 h)                                                     | 8 h                                                                            | 50 y<br>100 mg                                                                          | N/A                                | N/A                          | 50 a 100 mg c/ 6 h<br>(máx. 400 mg)                                                                                                                                                                      | N/A                                                                                | Constipación.<br>Delirium.                                                        |
| Tramadol lib.<br>prolongada (VO) | 4-12 h                                                                  | 8-12 h                                                                         | 100 mg                                                                                  | N/A                                | N/A                          | 100 a 300 mg (máx.<br>400 mg, hasta c/6 h)                                                                                                                                                               | N/A                                                                                |                                                                                   |
| Metadona                         | Comienzo<br>del efec-<br>to: 0,5-1 h.<br>pico del<br>efecto<br>1-3 días | Dosis<br>simple:<br>4-8 h uso<br>repetido:<br>22-48 h                          | Solución<br>oral<br>20 mg/<br>ml y<br>3 mg/<br>ml<br>(prepa-<br>rado<br>magis-<br>tral) | N/A                                | N/A                          | Para discontinuación de<br>inyecciones prolongadas<br>de opioides: VO<br>10-40 mg c/6-12 h<br>(calcular conversión).<br>Analgésia en pacien-<br>tes naïve de opioides:<br>inicial:<br>2,5 mg cada 8-12 h | N/A                                                                                | PK/PD impredecibles.<br>Útil en procesos<br>crónicos de de-<br>shabitación.       |
| Ketamina<br>(analgésico)         | 30-40 s                                                                 | 5-10 min<br>efecto<br>anestési-<br>co (recu-<br>peración<br>completa<br>1-2 h) | 500 mg/<br>10 ml                                                                        | 500 mg/<br>200 ml<br>Dx 5%<br>o SF | 500 mg/<br>100 ml<br>Dx o SF | 0,15-0,3 mg/kg                                                                                                                                                                                           | 0,1 mg/kg/h<br>y aumentar<br>cada<br>30 min.<br>hasta máx.<br>0,4 o 0,5<br>mg/kg/h | Atenua la tolerancia a<br>opioides.<br>Riesgo de<br>alucinaciones y<br>agitación. |

**Nota:** N/A: No Aplica; ITTE: intermitente; SOS: dosis extra, única, de medicación o rescate **Modificado de:** (Fc et al., 2018)



| Drogas Sedantes    |                  |                                                                                                                           |                                                        |                           |                        |                                                            |                                        |                                                                                                       |
|--------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fármaco            | Inicio de acción | Duración de acción                                                                                                        | Presen-tación                                          | Dilución habitual         | Dilución en <vol       | Inducción                                                  | Mantenimiento                          | Efectos adversos                                                                                      |
| Dexmedetomidina    | 5-10 min         | 60-120min                                                                                                                 | 200 mcg/ 2 ml                                          | 2 amp/100 ml Dx 5% o SF   | 4 amp/ 100 ml Dx o SF  | NA                                                         | 0,4 - 1,4 mcg/kg/h                     | Bradicardia, hipotensión.                                                                             |
| Propofol           | 30 s - 1:30 min  | 3-10 min (dosis dependiente) Aun con uso prolongado: tiempo al despertar: 10-15 min (si se usó la dosis mínima efectiva). | 500 mg/ 50 ml (para infusión) 200 mg/20ml (para bolo). | Listo para infundir.      | ---                    | 2-2,5 mg/kg (inducción en SF).                             | 3 a 4,5 mg/kg/h                        | Hipertigricidemia, Sind. de infusión de propofol, pancreatitis, dolor en sitio de infusión, flebitis. |
| Ketamina (sedante) | 30 s - 1 min     | Efecto anestésico: 5-10 min. recuperación: 1-2h                                                                           | 500 mg/ 10 ml                                          | 500 mg/ 200 ml Dx 5% o SF | 500 mg 100 ml Dx o SF  | 1-4,5 (habitual) 2 mg/kg) mg/kg bolo.                      | 0,5-2 mg/kg/h (como SEDANTE máx. 24 h) | Hipertensión, taquicardia, sueños vívidos.                                                            |
| Etomidato          | 30-60 s          | 2-3min                                                                                                                    | 20 mg/ 10 ml                                           | N/A                       | N/A                    | 0,2-0,6 mg/kg en bolo lento (30-60 seg.).                  | N/A                                    | Supresión adrenal, conciencia en procedimientos prolongados.                                          |
| Lorazepam          | 2-3 min          | 6-8h                                                                                                                      | 4 mg/1 ml                                              | N/A                       | N/A                    | 0,02 - 0,04 mg/kg (máx. 2 mg) bolo.                        | 0,02-0,06 mg/kg/dosis/ 4-6 h           | Hipotensión, depresión respiratoria. Toxicidad por excipiente en dosis altas.                         |
| Diazepam           | 2-5 min          | 60-120 min                                                                                                                | 10 mg/2 ml                                             | N/A                       | N/A                    | 5-10 mg bolo.                                              | 0,1-0,2 mg/kg (bolos) c/30 min-6 h     | Hipotensión, depresión respiratoria, flebitis.                                                        |
| Midazolam          | 2-3 min          | bolo<2h, dosis dependiente                                                                                                | 50 mg/10 ml y 15 mg/2 ml                               | 200 mg/ 200 ml Dx o SF    | 200 mg/ 100 ml Dx o SF | Pre-medicación: 0,05-0,2 mg/kg o inducción: 0,3-0,35 mg/kg | 0,02-0,1 mg/kg/h                       | Hipotensión, sedación prolongada, delirium, >ICU-LOS y >VM.                                           |
| Tiopental          | 30-60 s          | 5-15min                                                                                                                   | 1000 mg/ 50 ml                                         | 2000 ml/ 250 Dx 5%        | N/A                    | 1,5-5 mg/kg/ dosis (HTEC)                                  | 0,1-0,5 mg/kg/min                      | Hipotensión, shock, anafilaxia                                                                        |

Nota: N/A: no aplicable; ITTE: intermitente; SOS: dosis extra, única, de medicación o rescate Modificado de: (Fc et al., 2018)



"EL LÍMITE ES EL CIELO"



## CONSIDERACIONES ADICIONALES POSTERIOR A LA INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL

La inserción de un tubo endotraqueal demasiado grande para el paciente, puede dañar los cartílagos aritenoides que son los responsables de los movimientos de las cuerdas vocales ya sea por isquemia o trauma tisular directo provocando una lesión laríngea de carácter permanente. (Coloma O. Ramon)

Si se a logrado una intubación endotraqueal adecuada en el paciente, pero a pesar de ello, empieza a tener un deterioro agudo en su estado hemodinámico y ventilatorio se deberá re-evaluar el procedimiento y descartar las principales causas de este deterioro.

En la siguiente tabla se muestra la nemotecnia "DONE", que permite ir verificando las circunstancias que están llevando al deterioro súbito del paciente intubado:

| Tabla 34: Causas de deterioro agudo en paciente intubado |                                    |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------|
| D                                                        | Desplazamiento del TE (extubación) |
| O                                                        | Obstrucción del TE (secreciones)   |
| N                                                        | Neumotórax a tensión               |
| E                                                        | Fallas en el Equipo                |

*Fuente:* (Cabrini et al., 2018)



### DESCOMPRESIÓN GÁSTRICA

Posterior a una intubación exitosa se considera buena práctica clínica realizar descompresión gástrica; durante la fase de preoxigenación, al momento de realizar ventilaciones asistidas a presión positiva con BVM, el paciente se encuentra en alto riesgo de aumento de las presiones intragástricas, debido a que se administran ventilaciones con presiones  $>25$  mmHg (presión de apertura del esfínter gastroesofágico), esto conduciría a una émesis mecánica, otro escenario podría ser en pacientes con trauma cerebral con vómito activo o en casos de intoxicaciones, en este último si el tiempo y los recursos lo permiten incluso se podría realizar un lavado gástrico; en general como medida de protección la descompresión gástrica es un opción factible y viable (Brown et al., 2018).

Esto se puede lograr a través del uso de sondas gástricas por vía oral o nasal, la elección dependerá de la situación y preferencias del personal sanitario, sin embargo, debió a las características anatómicas y a la seguridad de la vía aérea se prefiere las orogástricas.

#### TÉCNICA DE INSERCIÓN:

1. Mantener normas de asepsia y antisepsia.
2. Enrollar la sonda en la mano dominante, y sujetar la punta entre los dedos como un lápiz.
3. Avanzar la sonda por la ruta elegida (Por vía nasogástrica se puede usar lubricante hidrosoluble), e ir liberando la sonda de la mano según se requiera.
4. Avanzar la sonda hasta el punto marcado con la medida.
5. Verificar permeabilidad de la sonda.
6. Asegurar la sonda con esparadrapo, es importante evitar contacto directo y compresión de la sonda contra la punta de la nariz u orificios nasales. (Puede existir riesgo de isquemia).

Una vez insertado el dispositivo, permita la salida del aire atrapado, y cuando sea necesario, proceder a realizar el lavado gástrico.



**Ilustración 60:** Procedimiento de colocación de sonda nasogástrica

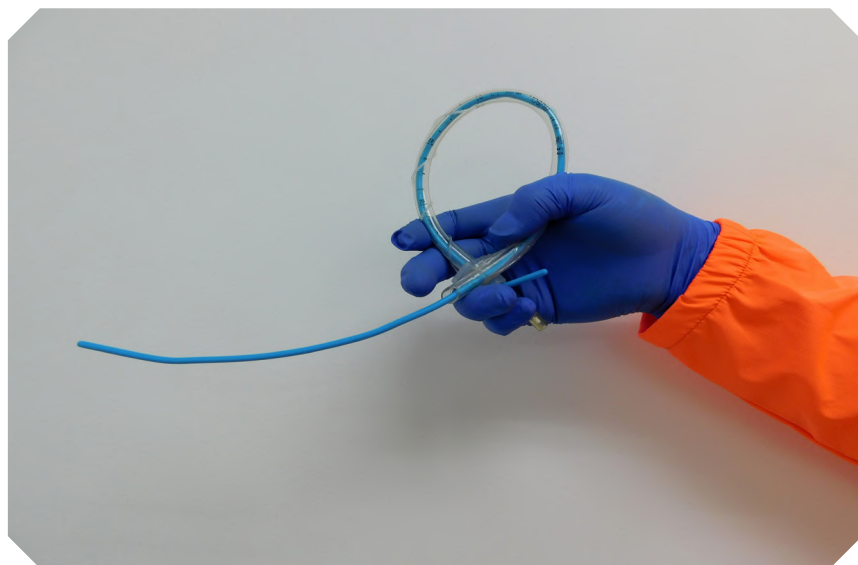




### INTUBACIÓN GUIADA POR BOUGIE

La intubación por bougie es una buena alternativa en la técnica de colocar un tubo endotraqueal por vía oral, usualmente se suele insertar únicamente el tubo orotraqueal al momento de la intubación pero ello debido a una incapacidad de dar forma al tubo puede dificultar su inserción e incluso fallar; generalmente al usar el bougie o estilete en el tubo se coloca la punta distal del bougie al nivel de la punta distal de tubo endotraqueal, si bien esto permite dar una mejor forma y lograr una mejor tasa de éxito en vías aéreas difíciles donde exista una edematización de la glotis u obstrucción de las vías aéreas (paciente con vía aérea quemada) esta técnica puede llegar a presentar fallas. Ante ello la intubación guiada por bougie es una gran alternativa, consiste en colocar el extremo distal del tubo aproximadamente a la altura del tercio distal del bougie con este por dentro (ver imagen) y al momento de la laringoscopia ingresar el extremo distal del bougie, este al tener menor diámetro pasará fácilmente por la vía aérea estrecha, la evidencia reporta un 96% de tasa de éxito en Cormack-Lehane grado 1 y va disminuyendo acorde al grado (Latimer et al., 2021). La intubación por bougie es una gran alternativa en el manejo de la vía aérea incluso en proveedores no experimentados, por lo cual se sugiere su uso rutinario.

**Ilustración 61:** *Intubación endotraqueal guiada por Bougie*





## INTUBACIÓN CRASH

La intubación CRASH o vía aérea CRASH consiste en la pronta inserción del tubo orotraqueal dejando de lado todo el algoritmo farmacológico, únicamente se prece-de de ventilaciones con BVM para brindar una ligera preoxigenación y verificación de la vía aérea (en caso de resistencia a la ventilación se deberá considera vía aérea quirúrgica).

La vía aérea CRASH se utiliza en condiciones muy específicas donde se requiere un manejo extremadamente agresivo de la vía aérea como paro cardíaco, respiraciones agónicas, usualmente se suele usar en pacientes en coma a pesar de que tengan riesgo de elevación de la PIC (Presión Intracraneal), sin embargo, la presencia de coma no justifica el proceder sin un adecuado manejo farmacológico, ya que aun-que el paciente no mantenga su estado de conciencia, la laringoscopia e intubación podrían provocar que el reflejo laríngeo o simpaticomimético eleven la PIC (Rajajee et al., 2017).

### *Ilustración 62: Intubación endotraqueal Crash*





### TÉCNICA PARA DILUCIÓN DE DOSIS DE EPI PUSH

La EPI PUSH es una gran herramienta especialmente en entornos prehospitalarios para manejar la hipotensión ya sea en situaciones de trauma, sepsis o como puente al uso de aminas por infusión continua.

La dosis de EPI PUSH es de 10 a 20 mcg de epinefrina cada 2 min hasta lograr TA objetivos ( $>65\text{mmHg}$ ), para lograr la dilución requerimos de 2 jeringuillas de 10ml, una llave de tres vías, una ampolla de epinefrina, un bolo de 100ml de SS 0,9%.

Se debe conectar cada jeringuilla a un puerto de la llave de 3 vías, y en el puerto restante la aguja.

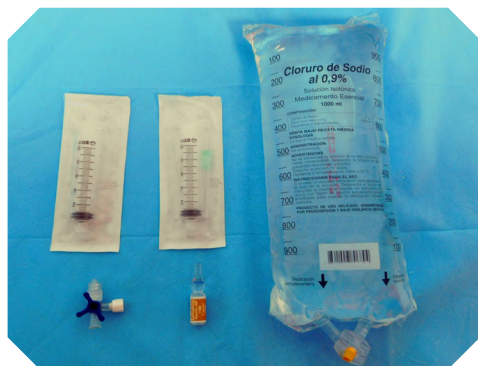
Disponer el paso de flujo entre una jeringuilla (A) y la aguja, cargar 1ml de epinefrina, posteriormente cargar 9ml de SS 0,9%, esto nos dará una concentración de  $1\text{mg}/10\text{ml}$  o  $1000\text{mcg}/10\text{ml}$

Disponer el paso de flujo entre la jeringuilla A y la jeringuilla B, traspasar 1ml de solución a la jeringuilla B, en este momento se dispone de  $100\text{mcg}/1\text{ml}$ .

Disponer el paso de flujo entre la jeringuilla B y la aguja, cargar 9ml de SS 0,9% obteniendo una concentración de  $100\text{mcg}/10\text{ml}$  lo que es igual a  $10\text{mcg}/\text{ml}$ .

Tomar la jeringuilla B conectarla a una aguja nueva y aplicar IV de 1 a 2 ml  $\text{c}/2\text{min}$  hasta lograr la TA objetivo.

#### *Ilustración 63: Técnica de preparación Epi-Push*





## TÉCNICA DE CÁLCULO DE DOSIS FARMACOLÓGICA POR INFUSIÓN

Si bien existen diversas técnicas para el cálculo de las dosis farmacológicas para infusión continua el uso de cada una de estas dependerá de del criterio del proveedor sanitario y de su familiarización con estas.

Nosotros recomendamos usar la siguiente fórmula, en Journal of Paramedic Practice [JPP] (Pinto-Villalba, 2023), pues permite un cálculo para dosis que sean de (mcg o mg)/kg/min como para (mcg o mg)/kg/h.

La fórmula para dosis de (mcg o mg)/kg/h:

$$\frac{(\text{Dosis mg o mcg} \times \text{kg peso} \times 1[\text{hora constante}] \times \text{volumen total de infusión})}{(\text{Concentración fármaco equivalente a la dosis})}$$

### Ejemplo 1

Para el transporte de un paciente de 70 kg que requiere 0,04mg de Midazolam y se dispone únicamente de una ampolla de 50mg/10ml, se opta por una dilución en 100ml, la dosis de infusión sería la siguiente:

$$\frac{(0,04\text{mg/kg} \times 70\text{kg} \times 1\text{h} \times 110\text{ml})}{50\text{mg}} \quad 6,16 \text{ ml/h}$$

La dosis para este paciente sería a 6,16 ml/h

Al momento de realizar el cálculo es necesario mantener los factores de conversión, por ejemplo, si la dosis es en mcg la concentración del fármaco deberá ser convertida a mcg.

Es importante calcular un volumen de dilución adecuado en los fármacos que tienden a causar flebitis, ello dependerá de cada fármaco.



Ejemplo:

Para el transporte hacia un hospital de tercer nivel de un paciente de 90kg se requiere mantener una adecuada analgesia, la dosis recomendada es 3mcg/kg/min, se dispone de una sola ampolla de 0,5mg/10ml, y se decide una dilución en un bolo de 100ml de SS 0,9%. Para calcular la dosis de infusión primero se debe convertir la dosis y presentación del fármaco a las mismas unidades por lo cual la concentración del fármaco sería 500mcg/10ml, ahora si podemos usar la fórmula:

$$\frac{(3\text{mcg/kg} \times 90\text{kg} \times 1\text{h} \times 110\text{ml})}{500\text{mcg}} = 59,4 \text{ ml/h}$$

La dosis de infusión para este paciente seria de 59,4ml/h

Con una pequeña modificación a la fórmula podemos realizar el cálculo de dosis tipo (mcg o mg)/kg/min:

$$\frac{(\text{Dosis mg o mcg} \times \text{kg peso} \times 60 \text{ minutos (se expresa en 1h)} \times \text{volumen total de infusión})}{(\text{Concentración fármaco equivalente a la dosis})}$$

Ejemplo:

En un paciente de 70 kg en el cual se decide iniciar norepinefrina a dosis de 0,1mg/kg/min, se incorpora dos ampollas de 4mg/4ml en 250 ml Dx 5%, la dosis de infusión sería la siguiente:

$$\frac{(0,1\text{mcg/kg} \times 70\text{kg} \times 60\text{min} \times 258\text{ml})}{8000\text{mcg}} = 13,55 \text{ ml/h}$$

La dosis de infusión para este paciente seria de 13,5 ml/h



## ULTRASONIDO EN EL MANEJO DE LA VÍA AÉREA

La utilidad de la ultrasonografía (USG) en la evaluación de la vía aérea esta tomando relevancia en los últimos años. Se ha demostrado su utilidad en la predicción de una vía aérea difícil, en la determinación del tamaño del tubo orotraqueal, para confirmar la ubicación del tubo orotraqueal durante la intubación o para guiar procedimientos como la traqueostomía percutánea (Tamagnone & Previgliano, 2019).

Para poder interpretar los trazos ultrasonográficos primero es imperativo un sólido conocimiento de la anatomía de la vía aérea.

### ANATOMÍA DE LA VÍA AÉREA EN USG

En las imágenes de USG las estructuras óseas como el hueso hioides se visualizan, como una línea hiperecogénica con sombra acústica hipoeoica posterior, las estructuras cartilaginosas se ven hipoeoicas homogéneas dejando penetrar los ecos en mayor o menor medida en función del grado de osificación que posean; el aire intraluminal genera imágenes de cola de cometa posteriores (Tamagnone & Previgliano, 2019).

Para este procedimiento usaremos un transductor lineal, en modo B; al colocarlo en un corte transversal sobre el cartílago tiroides observaremos el cartílago tiroides (CT) y por dentro las cuerdas vocales (CV) (graf 1), a nivel del cartílago cricoides pueden verse los anillos con la vía aérea y una visualización parcial de la tiroides (graf 2). En el corte más bajo se visualiza los anillos traqueales rodeados de la glándula tiroides (GT) (graf 3).

En un corte longitudinal alto podemos reconocer el cartílago tiroides y cricoides como estructuras hipoeoicas, y la membrana cricotiroidea (MC) entre ambos (graf 4), en un corte longitudinal más bajo se observan los anillos traqueales (graf 5).

### ULTRASONOGRAFÍA EN INTUBACIÓN

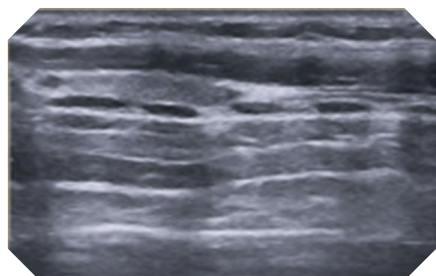
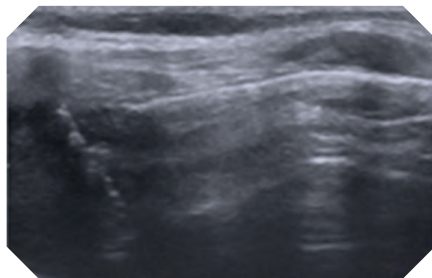
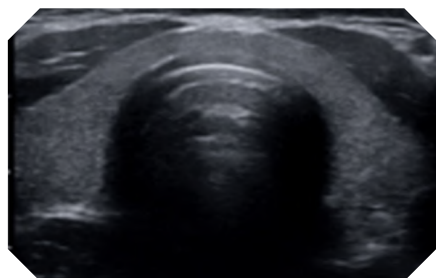
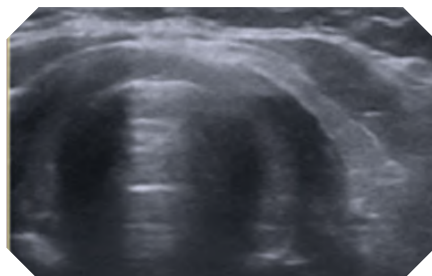
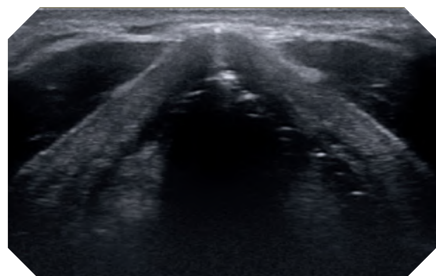
El USG permite evaluar la correcta colocación del tubo orotraqueal, la ventana ideal para evaluar la intubación orotraqueal (IOT) es la membrana cricotiroidea, donde pueden visualizarse las cuerdas vocales en forma triangular. El pasaje del tubo produce un cambio en la imagen transformándose en una estructura circular (graf 6).

La intubación esofágica puede visualizarse durante el procedimiento como la aparición de una nueva imagen aérea, otra forma de sospechar una intubación esofágica es la aparición de una segunda cola de cometa por la presencia de una nueva columna de aire (Tamagnone & Previgliano, 2019).



## MANEJO AVANZADO DE LA VÍA AÉREA

**Ilustración 64:** *Uso del ultrasonido para el reconocimiento de estructuras de la vía aérea*



**Fuente:** (Tamagnone & Previgiano, 2019)



LISTA DE CHEQUEO PARA INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL

| Marque con una "X" al cumplir |          |                                                       |                                   |  |
|-------------------------------|----------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------|--|
| Preparar                      | Paciente | Evaluar escalas predictoras de la vía aérea difícil** | HEAVEN                            |  |
|                               |          |                                                       | Mallampati                        |  |
|                               |          |                                                       | Apertura bucal                    |  |
|                               |          |                                                       | <b>Traumatismo cervical</b>       |  |
|                               |          |                                                       | Otras                             |  |
|                               |          | Monitorización continua y estabilización del paciente | SpO <sub>2</sub> >93%             |  |
|                               |          |                                                       | Frecuencia respiratoria           |  |
|                               |          |                                                       | Frecuencia cardiaca               |  |
|                               |          |                                                       | TAM >65 mmHg                      |  |
|                               |          |                                                       | Índice de shock < 0,9             |  |
|                               |          |                                                       | Capnografía                       |  |
|                               |          |                                                       | EKG                               |  |
|                               |          | Posición del paciente**                               | Rampa                             |  |
|                               |          |                                                       | BUHE                              |  |
|                               |          |                                                       | <b>MILS</b>                       |  |
|                               |          | Indagar                                               | Peso ideal o real del paciente    |  |
|                               |          |                                                       | Alergias conocidas                |  |
|                               |          | Preoxigenar**                                         | >3 min ApOx con cánula nasal      |  |
|                               |          |                                                       | CPAP/ventilación asistida         |  |
|                               |          |                                                       | VAPOX                             |  |
|                               | Equipo   | Aspiración                                            | Cánula DuCanto o Yankauer         |  |
|                               |          |                                                       | Mangueras                         |  |
|                               |          |                                                       | Succionador                       |  |
|                               |          | Oxigenación                                           | Disponibilidad de oxígeno         |  |
|                               |          |                                                       | Mascarilla con reservorio         |  |
|                               |          |                                                       | Cánulas nasales                   |  |
|                               |          | Equipo Respiración y vía aérea                        | Cánulas orofaríngeas              |  |
|                               |          |                                                       | BVM                               |  |
|                               |          |                                                       | Tubo endotraqueal*                |  |
|                               |          |                                                       | Máscara laríngea                  |  |
|                               |          |                                                       | Laringoscopio /videolaringoscopio |  |
|                               |          |                                                       | Bougie o estilete precargado      |  |
|                               |          |                                                       | Dispositivos de sujeción          |  |
|                               |          |                                                       | Ventilador mecánico               |  |



## MANEJO AVANZADO DE LA VÍA AÉREA

|  |                    |                                        |                                           |                                |
|--|--------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|
|  |                    | Agentes medicamentosos                 | Premedicación                             |                                |
|  |                    |                                        | Vasoactivos/<br>Inotrópicos               |                                |
|  |                    |                                        | Inductores                                |                                |
|  |                    |                                        | Relajantes<br>musculares                  |                                |
|  |                    |                                        | Sedo/analgesia po-<br>sintubación         |                                |
|  | Plan de emergencia | Técnica SALAD                          |                                           |                                |
|  |                    | Dispositivos supraglóticos             |                                           |                                |
|  |                    | CICO                                   | Localizar membrana<br>cristaloidea        |                                |
|  |                    |                                        | Equipo cricotiroido-<br>tomía por punción |                                |
|  |                    |                                        | Equipo de vía aérea<br>quirúrgica         |                                |
|  |                    | Método de confirmación de intubación** |                                           | Capnografía de onda<br>o color |
|  |                    |                                        |                                           | Auscultación                   |
|  | Entorno            |                                        | Acceso 360° al<br>equipo                  |                                |
|  |                    |                                        | Funciones asignadas<br>a cada miembro     |                                |

**CICO:** No intuba no oxigena, por sus siglas en ingles.

**MILS:** Estabilización manual en la línea media por su siglas.

\* Varios tamaños de tubo orotraqueal

\*\* Cumplir al menos un parámetro



## CRICOTIROIDOTOMIA DE EMERGENCIA

La cricotiroidotomía es una maniobra de rescate de la vía aérea, consiste en el establecer una abertura quirúrgica sobre la membrana cricotiroidea generando una comunicación artificial entre la atmósfera (medio externo) y la vía aérea infraglotica (medio interno), permitiendo un adecuado intercambio gaseoso.

Términos como FONA (vía aérea frontal del cuello), acceso frontal del cuello, eFONA “FONA de emergencia”, vía aérea quirúrgica o cricotiroidotomía son usados indiscriminadamente para describir lo que es esencialmente lo mismo: acceso a las vías respiratorias desde la parte delantera del cuello a través de la membrana cricotiroidea (MCT) (Bye et al., 2022).

Técnicamente, una traqueotomía también es una vía aérea en la parte frontal del cuello, pero no a través de la membrana cricotiroidea. La traqueotomía no será analizada en este apartado.

Indicaciones para un cricotiroidotomía

Hay dos situaciones en las que está indicado una cricotiroidotomía:

Escenario CICO (no se puede intubar-no se puede oxigenar)

La indicación clásica para una cricotiroidotomía es como una técnica de rescate para un escenario CICO (no se puede intubar-no se puede oxigenar), que representa una situación en la que los intentos tanto de intubación como de oxigenación a través de los diferentes dispositivos biomédicos no han tenido éxito. Ante un escenario CICO, la única opción disponible para el manejo de las vías respiratorias es una cricotiroidotomía; por lo cual en la mayoría de algoritmos para el manejo de la vía aérea se ha considerado a la cricotiroidotomía como el último recurso para el manejo de una vía aérea difícil cuando todo lo demás ha fallado (Siegmüller, 2022a).

Cricotiroidotomía 'Electiva'

En ciertos escenarios (raros) puede estar indicada una cricotiroidotomía 'electiva' antes que el manejo convencional con tubo orotraqueal o dispositivos supraglóticos, incluso omitiendo la inducción y parálisis, es decir, en un paciente despierto.



Esta podría ser una situación en la que se requiere un manejo para una obstrucción de alto grado de las vías respiratorias superiores y es poco probable que la intubación convencional tenga éxito (al igual que la BMV o un SGA ), o durante el manejo de una vía aérea quemada o traumática donde claramente se anticipa una vía aérea fallida de emergencia, en cuyo caso se limitaría a una inducción leve a moderada. Frente a este tipo de escenarios tan particulares los predictores de vía aérea difícil nos pueden guiar en la preparación y en tomar de decisiones (Siegmüller, 2022a).

### EVALUACIÓN DE UN CRICOTIROIDOTOMÍA DIFÍCIL

Durante la evaluación de una vía aérea difícil tenemos múltiples predictores que nos ayudaran a guiar la terapéutica requerida (revisar capítulo de vía aérea), en el particular caso de la cricotiroidotomía la mnemotecnica SMART nos permite evaluar rápidamente al paciente en busca de características que puedan indicar que una cricotirotomía podría ser difícil. (Brown et al., 2019).

**Tabla 36: Mnemotecnica SMART**

| Ingles         | Español                                      |
|----------------|----------------------------------------------|
| Surgery        | Cirugía previa en el cuello                  |
| Mass           | Masa, hematoma, absceso                      |
| Access Anatomy | Alteraciones anatómicas (obesidad, enfisema) |
| Radiation      | Radiación o yodo terapia                     |
| Tumor          | Tumoración peri local                        |

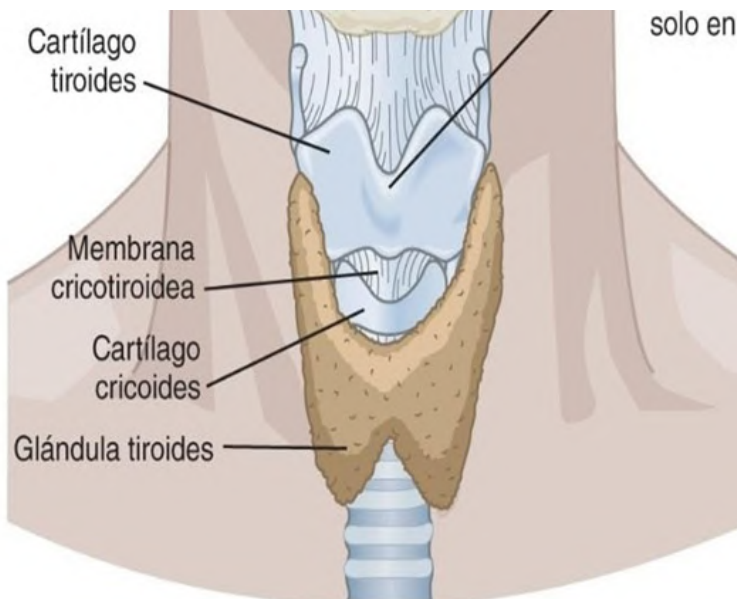
**Fuente:** (Brown et al., 2019)

## CONSIDERACIONES ANATÓMICAS DURANTE LA

### CRICOTIROIDOTOMÍA

El lugar indicado para realizar una cricotiroidotomía es sobre la membrana crinoidea, esta se encuentra entre el cartílago tiroides y el cartílago cricoides. Esta membrana es una estructura laminar membranosa de tejido conectivo que se encuentra a una profundidad media de 8 mm debajo de la piel, y tiene dimensiones longitudinales que oscilan entre 22-30 mm de ancho y 9-10 mm de alto, las cuerdas vocales se encuentran a 10 mm por encima del borde inferior del cartílago tiroides. La lámina posterior del cartílago cricoides es una estructura fibrocartilaginosa con mayor grosor y dureza lo cual reduce el riesgo de perforar la pared posterior de la tráquea. Esta zona posee baja vascularización pues solo está irrigada por la arteria cricoidea que pasa por el borde superior de la membrana cricotiroides, razón por la cual se recomienda que la abertura se realice en su porción inferior. Todas estas características mencionadas vuelven a la zona de la membrana cricotiroides un óptimo acceso para la vía aérea quirúrgica. (Flores & Álvarez, 2022).

#### *Ilustración 65: Cartílago cricoides*



*Tomado de: (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2022)*



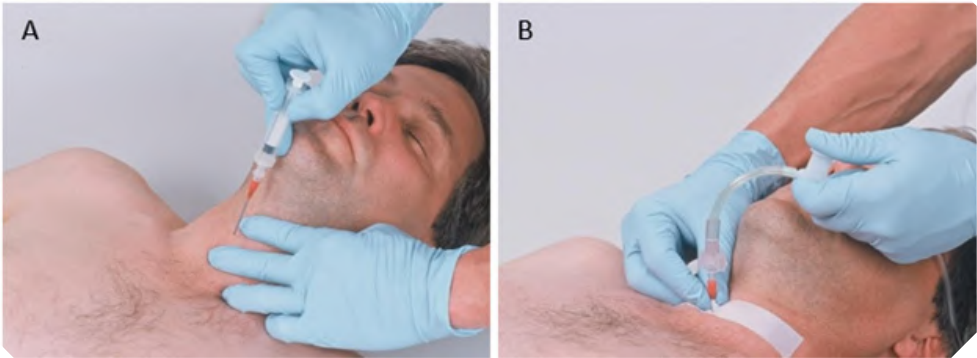
TÉCNICAS DE CRICOTIROIDOTOMÍA

En la literatura se han descrito múltiples técnicas para el abordaje quirúrgico de la vía aérea, con el tiempo algunas técnicas han ido perdiendo protagonismo al ser poco eficaces, tener complicaciones mayores o existir técnicas más sencillas. Por ejemplo, durante muchos años la técnica percutánea con aguja que permite iniciar la ventilación con Jet TransTraqueal (VJTT) fue considerada como una técnicas estándar de oro por su facilidad de implementación, sin embargo la evidencia actual a demostrado que esta es una técnica de alto riesgo con elevadas tasas de barotrauma (32%) y complicaciones relevantes (51%) (Flores & Álvarez, 2022).

Tomando en cuenta lo anterior en este apartado únicamente se tratará las técnicas que actualmente han evidenciado los mejores resultados tanto en aplicación como en sobrevida del paciente; no obstante el resto de técnicas existentes serán mencionadas y clasificadas acorde a sus características.

|          | Cricotiroidotomía / FONA / Vía aérea frontal del cuello |                   |                               |                                |
|----------|---------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| MÉTODOS  | Percutánea                                              |                   | Quirúrgica                    |                                |
| TÉCNICAS | Técnica con aguja                                       | Técnica Seldinger | Técnica tradicional o abierta | Técnica bisturí, bougie y tubo |

Ilustración 66: Técnica de cricotiroidotomía por punción



Fuente: (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2022)



## TÉCNICA SCALPEL-FINGER-BOUGIE

Si bien existe en la literatura múltiples técnicas y equipos para el manejo de la vía aérea quirúrgica en este libro describiremos y recomendaremos la técnica bisturí, bougie y tubo, scalpel-bougie, scalpel-finger-bougie que representan lo mismo y únicamente cambia su nomenclatura. Esta técnica debido a su facilidad de aplicación, baja curva de aprendizaje, y poco requerimiento de quipo, hoy en día se ha constituido como una de las principales estrategias para el manejo de la vía aérea quirúrgica.

Cabe mencionar que en esta técnica existen alguna variaciones durante el procedimiento, todo dependiendo de cómo se utilice el bisturí, por ejemplo, se tiene la técnica en donde se realiza la incisión vertical seguida de una incisión horizontal, o también la técnica en donde se inserta el bisturí en posición horizontal y se gira el bisturí 90° en dirección caudal (borde cortante hacia los pies del paciente) manteniendo tracción del mismo mientras se avanza el bougie. Cabe mencionar que la elección entre estas técnicas dependerá de la facilidad de acceso a la membrana cricoidea, siendo la primera el estándar en pacientes con exceso de tejido adiposo (Siegmueller, 2022b).

## EQUIPO

- Bisturí
- Tubo orotraqueal #5,5 o mayor
- Bougie
- Lidocaína (dependerá de la situación y nivel de consciencia del paciente)
- Dilatador (opcional)

## TÉCNICA 1

1. Colocarse lateral al paciente, con la mano no dominante localizar cartílago tiroideos, cricoides y membrana cricotiroidea, una vez localizadas las estructuras estabilizarlas con gentil y firme sujeción.
2. Con la mano dominante se realiza una incisión vertical perpendicular a la piel de



aproximadamente 3 cm sobre la membrana cricotiroides. Se aconseja que la incisión sea lo suficientemente profunda para llegar hasta las estructuras laríngeas. Importante realizar incisión en dirección opuesta a nuestra mano que realiza sujeción.

3. Se mantiene abierto el tejido de la incisión con un dilatador, con el extremo del mango del bisturí o se ingresa el dedo índice enguantado para localizar adecuadamente la membrana.
4. Una vez que la membrana cricotiroides se identifique visualmente o por palpación, se realiza una incisión horizontal de la membrana.
5. Inserte el bougie en la tráquea por la incisión realizada y posteriormente pase el tubo endotraqueal. Puede requerir ingresar el dedo enguantado para aumentar el diámetro del canal creado.
6. Después se procede a inflar el bag con aire para aislar y sellar la vía aérea

### TÉCNICA 2

1. Colocarse lateral al paciente, con la mano no dominante localizar cartílago tiroideos, cricoides y membrana cricotiroides, una vez localizadas las estructuras estabilizarlas con gentil y firme sujeción.
2. Se debe realizar una ingresa el bisturí en sentido perpendicular a la piel y en dirección horizontal a la tráquea (con el borde cortante del bisturí señalando hacia nosotros), profundizándose hasta obtener la salida de aire a través de la incisión.
3. Se gira el bisturí 90° en sentido caudal (borde cortante hacia los pies del paciente), realizando una apertura alargada en la piel y membrana cricotiroides. Es importante no sacar el bisturí de la apertura, ya que esto desplazaría las estructuras y se perdería la alineación piel-subcutáneo-membrana.
4. En dicha posición, se debe insertar el bougie en sentido caudal
5. Una vez posicionado, se retira la hoja del bisturí y se inserta aproximadamente 5 cm del tubo endotraqueal de 5 o 6 mm.
6. Después se procede a inflar el bag con aire para aislar y sellar la vía aérea.

**Ilustración 67:** Técnica de cricotiroidotomía





## BIBLIOGRAFÍA

AGCUFFILL. (2022). AG CUFFILL - Airway Cuff Control Made Easy. AG CUFFILL - Airway Cuff Control Made Easy. <https://www.cuffill.com/>

Arnold, I., Alkhouri, H., Badge, H., Fogg, T., McCarthy, S., & Vassiliadis, J. (2021). Current airway management practices after a failed intubation attempt in Australian and New Zealand emergency departments. *Emergency Medicine Australasia*, 33(5), 808–816. <https://doi.org/10.1111/1742-6723.13729>

Braude, D., Dixon, D., Torres, M., Martinez, J. P., O'Brien, S., & Bajema, T. (2021). Brief Research Report: Prehospital Rapid Sequence Airway. *Prehospital Emergency Care*, 25(4), 583–587. <https://doi.org/10.1080/10903127.2020.1792015>

Brown, C. A., Sakles, J. C., & Mick, N. W. (2018). *The Walls Manual of Emergency Airway Management* (C. A. Brown (ed.); 5th Ed). Wolters Kluwer Medknow Publications.

Cabrini, L., Landoni, G., Baiardo Redaelli, M., Saleh, O., Votta, C. D., Fominskiy, E., Putzu, A., Snak de Souza, C. D., Antonelli, M., Bellomo, R., Pelosi, P., & Zangrillo, A. (2018). Tracheal intubation in critically ill patients: a comprehensive systematic review of randomized trials. *Critical Care (London, England)*, 22(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s13054-017-1927-3>

Cleary, B. (2016, May 19). Bed-Up-Head-Elevated Position for Emergent Intubation – Core EM. CORE EM. <https://coreem.net/journal-reviews/buhe-position/>

DCC PRODUCTS. (2022). Manómetro de control. DCD PRODUCTS S.R.L. <https://www.dcdproducts.com.ar/detalle.php?a=manometro-de-control&t=109&d=389>

Dudaryk, R., Bodzin, D. K., Ray, J. J., Jabaley, C. S., McNeer, R. R., & Epstein, R. H. (2017). Low End-Tidal Carbon Dioxide at the Onset of Emergent Trauma Surgery Is Associated with Nonsurvival: A Case Series. *Anesthesia and Analgesia*, 125(4), 1261–1266. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002283>

Eisenbrey, D., Eisenbrey, A. B., & Pettengill, P. (2016). Laryngeal Cuff Force Application Modeling During Air Medical Evacuation Simulation. *Air Med J*, 35(5), 292–294. <https://dx.doi.org/10.1016/j.amj.2016.05.001>

Fc, C., Se, G., & Je, R. (2018). Guía para el manejo de la analgesia, la sedación y el delirium del paciente en UTI. Hospital Italiano de Buenos Aires. [www.pcommunications.com.ar](http://www.pcommunications.com.ar)

Grant, S., Khan, F., Keijzers, G., Shirran, M., & Marneros, L. (2016). Ventilator-assisted preoxygenation: Protocol for combining non-invasive ventilation and apnoeic oxygenation using a portable ventilator. *Emergency Medicine Australasia*, 28(1), 67–72. <https://doi.org/10.1111/1742-6723.12524>

Klein, U., Laubinger, R., Malich, A., Hapich, A., & Gunkel, W. (2006). [Emergency treatment of thoracic trauma]. *TT - Erstversorgung bei Thoraxtrauma. Anaesthesist*, 55(11), 1172–1188. <https://pesqui>



AGCUFFILL. (2022). AG CUFFILL - Airway Cuff Control Made Easy. AG CUFFILL - Airway Cuff Control Made Easy. <https://www.cuffill.com/>

Arnold, I., Alkhoury, H., Badge, H., Fogg, T., McCarthy, S., & Vassiliadis, J. (2021). Current airway management practices after a failed intubation attempt in Australian and New Zealand emergency departments. *Emergency Medicine Australasia*, 33(5), 808–816. <https://doi.org/10.1111/1742-6723.13729>

Braude, D., Dixon, D., Torres, M., Martinez, J. P., O'Brien, S., & Bajema, T. (2021). Brief Research Report: Prehospital Rapid Sequence Airway. *Prehospital Emergency Care*, 25(4), 583–587. <https://doi.org/10.1080/10903127.2020.1792015>

Brown, C. A., Sakles, J. C., & Mick, N. W. (2018). *The Walls Manual of Emergency Airway Management* (C. A. Brown (ed.); 5th Ed). Wolters Kluwer Medknow Publications.

Cabrini, L., Landoni, G., Baiardo Redaelli, M., Saleh, O., Votta, C. D., Fominskiy, E., Putzu, A., Snak de Souza, C. D., Antonelli, M., Bellomo, R., Pelosi, P., & Zangrillo, A. (2018). Tracheal intubation in critically ill patients: a comprehensive systematic review of randomized trials. *Critical Care* (London, England), 22(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s13054-017-1927-3>

Cleary, B. (2016, May 19). Bed-Up-Head-Elevated Position for Emergent Intubation – Core EM. CORE EM. <https://coreem.net/journal-reviews/buhe-position/>

DCC PRODUCTS. (2022). Manómetro de control. DCD PRODUCTS S.R.L. <https://www.dcdproducts.com.ar/detalle.php?a=manometro-de-control&t=109&d=389>

Dudaryk, R., Bodzin, D. K., Ray, J. J., Jabaley, C. S., McNeer, R. R., & Epstein, R. H. (2017). Low End-Tidal Carbon Dioxide at the Onset of Emergent Trauma Surgery Is Associated with Nonsurvival: A Case Series. *Anesthesia and Analgesia*, 125(4), 1261–1266. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002283>

Eisenbrey, D., Eisenbrey, A. B., & Pettengill, P. (2016). Laryngeal Cuff Force Application Modeling During Air Medical Evacuation Simulation. *Air Med J*, 35(5), 292–294. <https://dx.doi.org/10.1016/j.amj.2016.05.001>

Fc, C., Se, G., & Je, R. (2018). Guía para el manejo de la analgesia, la sedación y el delirium del paciente en UTI. Hospital Italiano de Buenos Aires. [www.pcommunications.com.ar](http://www.pcommunications.com.ar)

Grant, S., Khan, F., Keijzers, G., Shirran, M., & Marneros, L. (2016). Ventilator-assisted preoxygenation: Protocol for combining non-invasive ventilation and apnoeic oxygenation using a portable ventilator. *Emergency Medicine Australasia*, 28(1), 67–72. <https://doi.org/10.1111/1742-6723.12524>

Klein, U., Laubinger, R., Malich, A., Hapich, A., & Gunkel, W. (2006). [Emergency treatment of thoracic trauma]. *TT - Erstversorgung bei Thoraxtrauma. Anaesthesist*, 55(11), 1172–1188. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/mdl-17004064>

Latimer, A. J., Harrington, B., Counts, C. R., Ruark, K., Maynard, C., Watase, T., & Sayre, M. R. (2021).



Routine Use of a Bougie Improves First-Attempt Intubation Success in the Out-of-Hospital Setting. *Annals of Emergency Medicine*, 77(3), 296–304. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2020.10.016>

Luck, H., & Morgan, P. (2019). Prehospital Emergency Anaesthesia: Considerations, Pitfalls, and Controversies. [www.wfsahq.org/resources/anaesthesia-tutorial-of-the-week](http://www.wfsahq.org/resources/anaesthesia-tutorial-of-the-week)

McLachlan, B., Bilbrey, C., Mausner, K., & Lenz, T. J. (2019). Effectiveness of Manual Ventilation in Intubated Helicopter Emergency Services-Transported Trauma Patients. *Air Med J*, 38(4), 273–275. <https://dx.doi.org/10.1016/j.amj.2019.03.013>

Nawrocki, P. S., Poremba, M., & Lawner, B. J. (2020). Push Dose Epinephrine Use in the Management of Hypotension During Critical Care Transport. *Prehospital Emergency Care*, 24(2), 188–195. <https://doi.org/10.1080/10903127.2019.1588443>

Rajajee, V., Riggs, B., & Seder, D. B. (2017). Emergency Neurological Life Support: Airway, Ventilation, and Sedation. *Neurocritical Care*, 27(S1), 4–28. <https://doi.org/10.1007/s12028-017-0451-2>

Raúl Carrillo-Esper, A., Isis Espinoza de los Monteros-Estrada, D., Rosales-Gutiérrez, O., Alejandra Jimena García-Martínez, D., Daniel Baeza-García, A., Dulce María Carrillo-Córdova, D., & Alberto Carrillo-Córdova, C. (2013). Posición en rampa. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 36(3), 209–211. [www.medigraphic.org.mxhttp://www.medigraphic.com/rmawww.medigraphic.org.mx](http://www.medigraphic.org.mxhttp://www.medigraphic.com/rmawww.medigraphic.org.mx)

Rengasamy, S., Nassef, B., Bilotta, F., Pugliese, F., Nozari, A., & Ortega, R. (2021). Administration of Supplemental Oxygen. *New England Journal of Medicine*, 385(3), e9. <https://doi.org/10.1056/NEJM-vcm2035240>

Sun, F., Wang, Y., Ma, S., Zhu, H., Yu, X., & Xu, J. (2017). Clinical consensus of emergency airway management. *Journal of Thoracic Disease*, 9(11), 4599–4606. <https://doi.org/10.21037/jtd.2017.10.79>

Tamagnone, F., & Previgliano, I. (2019). POCUS : Point of Care Ultra Sound : manual de ultrasonografía crítica (Primera). CORPUS.

Vadillo Serra Rojas, S., Carrero Soto, H., & Almeida Gutiérrez, E. (2015). Escala de Han: utilidad en la predicción de intubación difícil. *Medigraphic*. <https://www.medigraphic.com/pdfs/actmed/am-2015/am152c.pdf>

Weingart, S. D., & Levitan, R. M. (2012). Preoxygenation and Prevention of Desaturation During Emergency Airway Management. *Annals of Emergency Medicine*, 59(3), 165–175.e1. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2011.10.002>

Zamarrón López, E. I., Pérez Nieto, O. R., Díaz Martínez, M. A., Sánchez Díaz, J. S., Soriano Orozco, R., Guerrero Gutiérrez, M. A., & Peniche Moguel, K. G. (2020). Secuencia de inducción rápida en paciente crítico. *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo*, 20(1), 23–32. <https://doi.org/10.1016/j.acci.2019.09.002>



IFSES na Twitteru. (2020). 2020. <https://twitter.com/ifses/status/1314981569065558023?lang=hr>

American Academy of Orthopaedic Surgeons, A. (2022). *Critical Care Transport*. Jones & Bartlett Learning, LLC, 2020.

Brown, C., Sakles, J., & Mick, N. (2019). Manejo urgente de la vía aérea (Vol. 21, Issue 1).

Bye, R., St Clair, T., Delorenzo, A., Bowles, K.-A., & Smith, K. (2022). Needle Cricothyroidotomy by Intensive Care Paramedics. *Prehospital and Disaster Medicine*, 37(5), 625–629. <https://doi.org/10.1017/S1049023X22001157>

Flores, J., & Álvarez, J. (2022). MIVA: Manejo Integral de la Vía Aérea.

NAEMT, N. A. of E. M. T. (2021). *TECC: Atención Táctica de Víctimas en Emergencias* (Segunda Ed).

National Association of Emergency Medical Technicians, (NAEMT). (2020). *PHTLS: Prehospitalary Life Support* (9th ed.). Jones & Bartlett Learning, LLC, 2020.

Siegmüller, C. (2022a). FONA (Front-of-neck airway) | UCSF, Anesthesia Airway Management (AAM). <https://aam.ucsf.edu/fona-front-neck-airway>

Siegmüller, C. (2022b). Scalpel-bougie FONA | Anesthesia Airway Management (AAM).

Detector DE CO2 EASY adulto | RESCUE. (n.d.). Retrieved April 19, 2023, from <https://www.rescateyurgencias.com.mx/productos/ver/detector-de-co2-easy-cap-ii-adulto>

Pinto-Villalba, R. S. (2023). Risk reduction in drug administration by infusion. *Journal of Paramedic Practice*, 15(6), 246–247. <https://doi.org/10.12968/jpar.2023.15.6.246>



*CONFÍA EN TÍ,  
EN TUS CAPACIDADES,  
EN LO QUE ERES*



# VI CAPÍTULO

OVACE  
PARO RESPIRATORIO

---

## EL DATO:

Henry Judah Heimlich (3 de febrero de 1920 - 17 de diciembre de 2016) fue un cirujano torácico e investigador médico estadounidense. Es ampliamente reconocido por sus técnicas y dispositivos propuestos en el campo médico como la maniobra de Heimlich, descrita por primera vez en 1974, esta es una técnica de compresiones abdominales para evitar la asfixia por obstrucción de la vía aérea por cuerpo extraño. También inventó el sistema de entrega de oxígeno portátil Micro Trach para pacientes ambulatorios y la válvula de drenaje torácico Heimlich, o "válvula de aleteo", que drena la sangre y el aire de la cavidad torácica. De todas la creaciones del Dr. Henry Heimlich la más ampliamente reconocida por la comunidad es la maniobra de desobstrucción de la vía aérea nombrada con su apellido inicialmente por la Cruz Roja y la Asociación Americana del Corazón, hasta que en el 2006 las guías eliminaron la frase "maniobra de Heimlich" remplazándola por "compresiones abdominales", sin embargo, hasta la actualidad es ampliamente utilizada la frase "Maniobra de Heimlich" (Walters, 2016).



## OBSTRUCCIÓN DE LA VÍA AÉREA POR CUERPOS EXTRAÑOS

La obstrucción de la vía aérea por cuerpo extraño (OVACE), se define como la interrupción al flujo continuo de aire entre el medio externo y las vías respiratorias por cualquier objeto externo en la anatomía regional específica. La obstrucción a su vez puede ser Parcial (si existe un limitado flujo de aire) o Total (cese total del flujo de aire), la presentación y características de clínicas variaran según el tipo de obstrucción, y a su vez definirá el tratamiento específico. La obstrucción generalmente es ocasionada por alimentos, vómito sólido y en los pacientes pediátricos generalmente por juguetes que los infantes llevan a la boca, proceso propio de su curiosidad.

A continuación se detallan las principales manifestaciones clínicas que se desarrollan en cada presentación:

### PARCIAL

- Sensación de un objeto extraño en la garganta.
- Tos continua.
- Ruidos respiratorios anormales.
- Dificultad para hablar.

### COMPLETA

- Cianosis
- Evidencia del signo universal de la asfixia.
- Ausencia de tos o emisión de palabras o sonidos como el llanto.
- Inconsciencia (posterior al evento).

La obstrucción de la vía aérea por cuerpo extraño presenta una serie de retos para el proveedor sanitario, primero cuando la obstrucción es incompleta existe la posibilidad de que una acción específica o un error desencadenen una obstrucción completa; segundo, cuando existe una obstrucción completa intervenciones instintivas como el uso de BVM tienen el potencial de empeorar la situación, por ejemplo, causar que una obstrucción supraglótica avance a través de las cuerdas vocales, vol-



viendo la obstrucción compleja o imposible de tratar; la obstrucción total o parcial de la vía aérea es una situación clínica única, a diferencia de otras amenazas de la vía aérea requiere un conjunto específico de evaluaciones e intervenciones, a menudo en un contexto muy reducido de tiempo (Brown et al., 2018).

### MANEJO EMERGENTE

El manejo de OVACE dependerá de su tipo, si es parcial y total, para ello es necesario evaluar correctamente la presentación clínica de cada una en el paciente.

#### OBSTRUCCIÓN INCOMPLETA

En una obstrucción incompleta el objetivo principal es restablecer la permeabilidad completa de la vía aérea y prevenir la conversión de una obstrucción parcial a completa. El proveedor deberá estimular al paciente a que tosa con fuerza, tranquilizarlo y no permitir que ingiera ningún alimento o líquido debido al riesgo de obstruir completamente su vía respiratoria, de ser necesario también se puede usar dispositivos de oxigenoterapia para mejorar la  $SpO_2$ . Cuando a pesar de un esfuerzo eficiente del paciente para expulsar el cuerpo extraño este no logra ser evacuado, se deberá transportar al paciente lo antes posible a servicio de emergencias, en estas situaciones se intentará extraer el cuerpo extraño a través de intubación despierto y pinzas Magill (Brown et al., 2018).

#### OBSTRUCCIÓN COMPLETA

Cuando la obstrucción es completa el paciente es incapaz de respirar, emitir sonidos, y generalmente lleva sus manos hacia la garganta (signo universal de atragantamiento), después de una obstrucción completa podemos observar apnea, desaturación de oxígeno a niveles incompatibles con la consciencia.

Inicialmente, verificar si el paciente está consciente o inconsciente. En caso de un paciente consciente iniciaremos maniobras de desobstrucción de la vía aérea (también conocidas como Maniobras de Heimlich) hasta que el objeto sea expulsado o el paciente pierda la consciencia, al realizar las maniobras de Heimlich es importante tener en cuenta ciertas especificaciones en las compresiones acorde a la morfología de los pacientes. Si las maniobras de desobstrucción son efectivas y el paciente puede respirar y hablar con normalidad, se deberá mantener en observación por un tiempo, administrar analgesia y no es necesaria ninguna otra intervención. Si las maniobras Heimlich son inefectivas y el paciente pierde la consciencia, rápidamente



se iniciarán compresiones torácicas (similares a la de RCP pero sin insuflaciones) (Brown et al., 2018).

Si esta situación se presenta, el paso a seguir es la laringoscopia directa o vídeo laringoscopia antes de cualquier intento de ventilación a presión positiva con BVM, que puede hacer que el cuerpo extraño se mueva de una posición supraglótica a una infraglótica. Bajo laringoscopia directa o por vídeo, un cuerpo extraño por encima de la glotis es fácilmente identificable y fácilmente se puede usar una pinza Magill para extraer el cuerpo extraño. Después de la extracción del cuerpo extraño, se inspecciona la laringe mediante laringoscopia directa o por vídeo para garantizar que no haya material extraño residual, una vez retirado el cuerpo extraño, el paciente puede comenzar la ventilación espontánea inmediatamente, si el paciente no inicia respiraciones espontáneas, se debe rescatar las ventilaciones apoyadas en presión positiva y está indicada la intubación inmediata (Mendsaikhan et al., 2017).

Por otro lado, si en la laringoscopia no se identifica un cuerpo extraño y la glotis se visualiza claramente, entonces existen dos posibilidades, la uno es que no existe un cuerpo extraño o bien, el cuerpo extraño está debajo de las cuerdas vocales, en este caso, el paciente debe ser intubado y ventilado inmediatamente, si la ventilación tiene éxito, la reanimación procede como para cualquier otro paciente; si la ventilación con bolsa a través del tubo endotraqueal encuentra una resistencia total (sin movimiento de aire y sin detección de dióxido de carbono al final de la espiración), significa que la tráquea está completamente obstruida, ante lo cual el estilete se debe volver a colocar inmediatamente en el tubo endotraqueal, se debe desinflar el manguito y avanzar el tubo hasta la empuñadura en un intento de empujar un cuerpo extraño traqueal hacia el bronquio principal derecho (o izquierdo), si se considera que el cuerpo extraño ya ha sido empujado hacia el bronquio principal se retira el tubo a su nivel normal, se vuelve a inflar el manguito y luego se intenta la ventilación. Durante este proceso, es primordial que se verifique la presencia de frecuencia cardíaca, de no existir se debe iniciar inmediatamente compresiones torácicas y de forma simultánea intentar solucionar la vía aérea en dependencia del nivel de atención y capacidades resolutivas que se tenga sea en la unidad de atención prehospitalaria o del servicio de emergencia. Por lo tanto, la estrategia a aplicar es intentar convertir un cuerpo extraño traqueal que obstruye completamente el flujo de aire (que será letal) en un cuerpo extraño que obstruye el bronquio principal (que puede extraerse en el quirófano), y por lo tanto, el paciente puede mantenerse con vida ventilando un pulmón mientras el otro pulmón está obstruido. (Feltbower et al., 2015).



A consideración de varias investigaciones disponibles, si la maniobra antes descrita no logra reestablecer la ventilación de un solo pulmón, existen dos posibilidades clínicas, la primera y única situación reversible es cuando el paciente tiene un bronquio principal obstruido y un neumotórax a tensión en el otro lado, el neumotórax puede ocurrir en casos de cuerpo extraño debido a las altas presiones generadas tanto por el paciente mientras está consciente, como por las maniobras de rescate y ya que el operador no tiene forma de saber en qué bronquio principal se introdujo el cuerpo extraño (más comúnmente el derecho, pero posiblemente el izquierdo), se debe realizar una toracocentesis bilateral con aguja, con la esperanza de identificar un neumotórax a tensión; si no se identifica un neumotórax, la segunda posibilidad clínica es la obstrucción bilateral completa del tronco principal, una afección en la cual no es posible sobrevivir independientemente del tratamiento (Brown et al., 2018).

### MANEJO POST INTUBACIÓN

El manejo posterior a la intubación depende de las circunstancias clínicas, si el cuerpo extraño se extrajo con éxito y el paciente sigue obnubilado, quizás por encefalopatía hipoxémica, entonces la ventilación y el manejo general son como para cualquier otro paciente posparo; si el cuerpo extraño ha sido empujado hacia abajo en un bronquio principal, el otro pulmón debe ventilarse con cuidado a frecuencias bajas con volúmenes corrientes reducidos para minimizar el riesgo de barotrauma mientras se transporta hasta el quirófano.

### CONSIDERACIONES IMPORTANTES

Si el cuerpo extraño que obstruye está por encima de las cuerdas vocales y no se puede extraer, está indicada la cricotiroidotomía (Brown et al., 2018).

Si el cuerpo extraño está distal a las cuerdas vocales y no se puede ver desde arriba mediante laringoscopia directa, es muy poco probable que la cricotirotomía coloque una vía aérea por debajo del nivel de la obstrucción y, por lo tanto, la cricotirotomía no está indicada (Brown et al., 2018).

Una serie rápida de maniobras de compresiones abdominal es un primer paso razonable en cualquier caso de obstrucción completa y es la única maniobra que se puede realizar en un paciente con una obstrucción completa que está consciente. En el paciente inconsciente, las compresiones torácicas pueden ayudar, pero planifique proceder rápidamente a la laringoscopia directa (Brown et al., 2018).



## MANIOBRA DE HEIMLICH

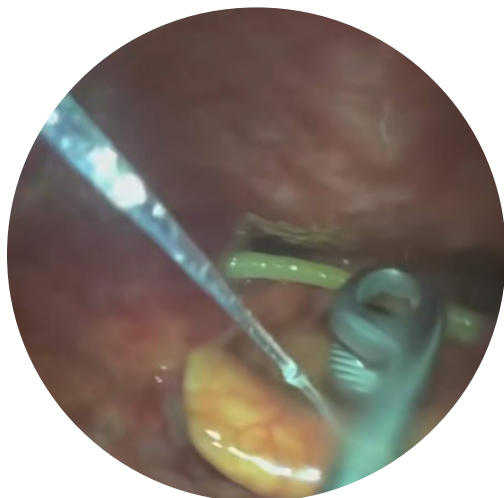
Este procedimiento intenta remover el cuerpo extraño que se encuentra en la vía respiratoria generando una presión positiva desde la capsula aérea del estómago y al mismo tiempo eleva el diafragma lo que conlleva a la salida del aire que se encuentra en los pulmones y en la cavidad aérea del estómago hacia la parte superior de la orofaringe para intentar empujar el objeto que genera la obstrucción completa hacia el exterior. (University Of Rochester Medical Center, s.f.)

Para realizar esta maniobra debemos de tomar en cuenta los siguientes pasos:

- 1** | Evaluar la seguridad de escena, siempre preséntese rápidamente e informe al paciente y/o familiar que Usted le va a ayudar.
- 2** | Colóquese en la parte posterior del paciente y coloque su pie entre las piernas del paciente. Esta posición le ayudará a sostener al paciente en el caso de que queda inconsciente.
- 3** | Con sus manos, recorrer los rebordes costales hasta que éstas se encuentren sobre la apófisis xifoides del paciente.
- 4** | Por debajo de la apófisis xifoides, coloque el puño de su mano dominante con el borde superior hacia el abdomen del paciente, mientras que, con la otra mano abraza al puño de su otra mano.
- 5** | En un solo movimiento, realizar la compresión hacia adentro y al mismo tiempo hacia arriba en forma de una "J". Realizar la maniobra las veces que sean necesarias hasta que el paciente expulse el cuerpo que obstruye la vía aérea o quede inconsciente. En relación a las circunstancias donde se suscita el evento, la disponibilidad de profesionales y los recursos se puede iniciar con compresiones torácicas, el manejo avanzado de la vía aérea o medidas de reanimación cardiopulmonar.



**Ilustración 68:** *Cuerpo extraño en vía aérea superior*



**Nota:** En la ilustración se puede observar la presencia de un cuerpo extraño (hueso de pollo) en la apertura glótica, causante de un ovace parcial.

**Ilustración 69:** *Maniobra de Heimlich, signo universal de asfixia*



## CONSIDERACIONES A LA MANIOBRA

**Paciente Pediátrico:** se recomienda el uso de una sola mano, considerar también la fuerza con la que se ejerce la maniobra, en relación a la contextura morfológica del paciente porque puede dañar órganos internos o fracturar costillas.

**Paciente Lactante:** se debe realizar 5 compresiones torácicas y luego realizar 5 palmadas interescapulares.

**Paciente Embarazada u Obesa:** se realizarán compresiones a nivel torácico las veces que sean necesarias o hasta que el paciente quede inconsciente y sea necesario iniciar la reanimación cardiopulmonar.

*Ilustración 70: Consideraciones a la maniobra de Heimlich*





### PARO RESPIRATORIO

El paro respiratorio (PR) se lo puede definir como el cese súbito de la respiración. Si bien, este cuadro clínico y la parada cardiorrespiratoria (PCR) pueden presentar grandes similitudes es vital su adecuado reconocimiento y tratamiento, puesto que, el paro respiratorio al no ser tratado es un camino directo al PCR que toma pocos minutos( en el caso de los pacientes adultos el paro cardíaco y respiratorio son simultáneos a diferencia de los pacientes pediátricos, en donde se puede presentar primero una parada respiratoria y posterior una parada cardíaca; el intercambio de gaseoso es necesario para la función de los órganos vitales, incluso los períodos breves de hipoxia deben evitarse, si es posible, ya que puede ocurrir daño irreversible en algunos órganos, especialmente el cerebro (Driscoll & Smith, 2019).

La etiología del PR es muy variada, aunque generalmente ocurre por alteraciones del SNC o debilidad de músculos respiratorios por afecciones o patologías pulmonares. La clínica del PR como se menciono puede ser similar al PCR presentando confusión, dificultad respiratoria, taquicardia, diaforesis, pueden aparecer retracción intercostal o esternoclavicular, cabe recalcar que en este cuadro clínico hay pulso presente, lo cual indica función cardiovascular diferenciado del PCR (Amato et al., 2016).

El manejo del PR se basa principalmente en la sustitución de la función ventilatoria mediante la administración de ventilaciones de rescate a presión positiva de preferencia con un dispositivo BVM de forma inicial, posteriormente se deberá avanzar con un manejo avanzado de la vía aérea y en medida de lo posible tratar la causa que llevo al PR. Como medidas iniciales en casos de PR se debe permeabilizar la vía aérea y dar una ventilación, se recomienda que la ventilación tenga una duración aproximada de 1 a 2 segundos (evitando generar grandes presiones ya sea por cantidad de volumen o de flujo), con un volumen aproximado de 500ml, con una frecuencia de 1 ventilación cada 5 a 6 segundos, al tiempo que se observa la expansión torácica del paciente, de no ser el caso, se deberá reposicionar la vía aérea e inclusive verificar si los dispositivos que se están utilizando para permeabilizar y manejar la vía aérea están correctamente colocados (Panchal et al., 2020).



A continuación se describen las principales relaciones entre las causas, el origen y sus patologías que pueden causar un paro respiratorio:

#### OBSTRUCCIÓN DE LA VÍA AÉREA

- Vías aéreas superiores: incluye sangre, vomito, cuerpos extraños, espasmo o edema de las cuerdas vocales e inflamación faringolaringo-traqueal (p. ej., epiglotitis, croup), tumores y traumatismos.
- Vías aéreas inferiores: puede deberse a aspiración, broncoespasmo, enfermedades de ocupación de los espacios aéreos (p. ej., neumonía, edema pulmonar, hemorragia pulmonar) o ahogamiento.

#### DISMINUCIÓN DEL ESFUERZO RESPIRATORIO

- Trastornos del SNC: accidente cerebrovascular, infecciones, tumores.
- Efecto adverso de fármacos: incluyen opiáceos y sedantes-hipnóticos (p. ej., barbitúricos, alcohol; con menor frecuencia, benzodiacepinas)
- Alteraciones metabólicas: una hipoglucemia grave o una hipotensión puede finalmente comprometer el esfuerzo respiratorio.

#### DEBILIDAD DE LOS MÚSCULOS RESPIRATORIOS

- Afecciones neuromusculares: incluyen lesión de la médula espinal, enfermedades neuromusculares (miastenia gravis, botulismo, poliomielitis, síndrome de Guillain-Barré) y fármacos bloqueantes neuromusculares.
- Fatiga extrema: puede aparecer si pacientes respiran a una ventilación minuto que excede el 70% de su ventilación voluntaria máxima durante largos períodos (p. ej., debido a acidosis metabólica grave o hipoxemia).

*Fuente: (Bortle, 2018)*

## BIBLIOGRAFÍA

Brown, C. A., Sakles, J. C., & Mick, N. W. (2018). *The Walls Manual of Emergency Airway Management* (C. A. Brown (ed.); 5th Ed). Wolters Kluwer Medknow Publications.

Emmert B.E., J., Rimar, A., & Carney, M. T. (2016). Flying the Unfriendly Skies: A Case Report. *Air Medical Journal*, 35(4), 251–252. <https://doi.org/10.1016/j.amj.2016.04.003>

Feltbower, S., McCormack, J., & Theilen, U. (2015). Fatal and near-fatal grape aspiration in children. *Pediatric Emergency Care*, 31(6), 422–424. <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000000459>

Mendsaikhan, N., Gombo, D., Lundeg, G., Schmittinger, C., & Dünser, M. W. (2017). Management of potentially life-threatening emergencies at 74 primary level hospitals in Mongolia: Results of a prospective, observational multicenter study. *BMC Emergency Medicine*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12873-017-0127-4>

Walters, J. (2016, May 27). Dr Henry Heimlich uses Heimlich manoeuvre to save a life at 96 . *US News | The Guardian*. <https://www.theguardian.com/us-news/2016/may/27/dr-heimlich-performs-heimlich-manoeuvre-for-first-time-aged-96>

Bortle, C. D. (2018). *Manual MSD*. Recuperado el 07 de mayo de 2018, de <https://www.msdmanuals.com/es-ec/professional/cuidados-cr%C3%ADticos/paro-respiratorio/revisi%C3%B3n-sobre-el-paro-respiratorio>

A decorative pattern of light gray diamonds arranged in a grid, with some diamonds missing or faded, creating a textured, geometric background in the upper right portion of the page.

# VII CAPÍTULO

## NEUMOTÓRAX

---

## EL DATO:

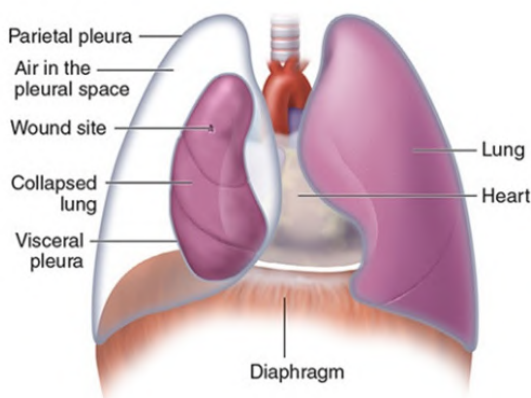
El neumotórax se define como la presencia de aire en la cavidad pleural, independientemente de su etiología se lo puede establecer como neumotórax simple o neumotórax a tensión, cuando se requiera realizar transportación aeromédica a un paciente con neumotórax simple es imperativo realizar descompresión torácica ya sea con aguja o de preferencia con tubo torácico, esto se debe a que al volar el paciente rápidamente desarrollará un neumotórax a tensión por las leyes físicas que rigen la fisiología del vuelo, especialmente la Ley de Boyle que establece que a menor presión (mayor altitud) el volumen de un gas aumentará, es decir en un paciente con neumotórax simple el tamaño de las moléculas de aire aumentará rápidamente evolucionando a neumotórax a tensión, sumado a ello las bajas presiones atmosféricas por la ley de Dalton (ver cap. 10) producirán hipoxia hipóxica complicando aún más el cuadro clínico del paciente (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2018).



## NEUMOTÓRAX

El neumotórax se define como la presencia de aire en la cavidad pleural (espacio virtual), el ingreso de este aire logrará separar la normal adherencia existente en la pleura, lo que permite el colapso pulmonar, esta condición usualmente es resultado de una lesión penetrante en la pared torácica (herida por apuñalamiento), por fractura costal, la cual lesionaría la pleura. Además de ello, puede ser causada de manera iatrogénica al usar altos volúmenes durante la ventilación a presión positiva en pacientes con enfermedades pulmonares o durante trauma contuso directo sobre la pared torácica generado por el efecto de bolsa de papel.

### *Ilustración 71: Colapso pulmonar*



**Fuente:** (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2018)

Indiferente del motivo que llevo al neumotórax su fisiopatología causa que durante cada ventilación una cantidad de aire fugue a la cavidad torácica a un espacio muerto en la pleura en lugar de mantenerse en el parénquima pulmonar, debido a esto la sangre no es oxigenada desarrollando hipoxia progresiva; un colapso tan pequeño como el 10% puede ser suficiente para producir colapso en pacientes con comorbilidades (EPOC, ICC). Cuando el neumotórax se encuentra en una fase inicial y no presenta compromiso hemodinámico o colapso pulmonar se considera neumotórax simple.



## NEUMOTÓRAX ABIERTO

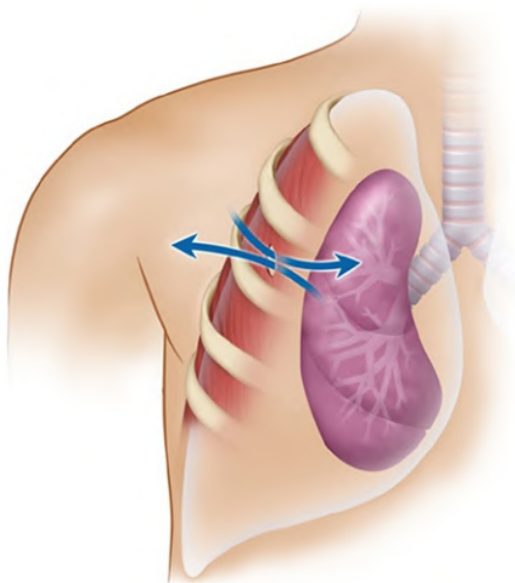
Las grandes lesiones de la pared torácica que quedan abiertas pueden causar un neumotórax abierto también conocido como herida soplante. Debido a la diferencia de presiones entre el medio interno del tórax (presiones negativas) y la presión atmosférica (760 mmHg) y dado que el aire tiende a seguir el camino de menor resistencia, cuando la apertura en la pared torácica es aproximadamente dos tercios del diámetro de la tráquea o mayor, con cada inspiración el aire pasa preferentemente a través de la anomalía de la pared torácica, esto generará una acumulación de aire que dificultaría la ventilación efectiva provocando hipoxia e hipercapnia ((American College of Surgeons), 2018; National Association of Emergency Medical Technicians, 2020).

Las posibles causas son:

**Tabla 38: Tipos de Neumotórax**

| Tipo                          | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Neumotórax iatrogénico</b> | <p>Se suele producir como consecuencia de procedimientos invasivos torácicos, como toracocentesis y la inserción de catéteres intravenosos centrales.</p> <p>Puede ser también una complicación de otros procedimientos invasivos que involucren el cuello o el abdomen.</p> <p>El neumotórax por barotrauma es otra forma de neumotórax iatrogénico y se ha relacionado con el uso de presión positiva al final de la espiración y de volúmenes corrientes elevados.</p> |
| <b>Neumotórax traumático</b>  | <p>Se produce como consecuencia de un traumatismo torácico abierto o cerrado. El neumotórax traumático abierto es consecuencia de una herida penetrante en el tórax, que pone en comunicación el espacio pleural y la atmósfera exterior.</p> <p>El neumotórax traumático cerrado está causado habitualmente por una fractura costal, rotura bronquial o lesión esofágica.</p>                                                                                            |

*Fuente: (Heidemann et al., 2017)*

**Ilustración 72:** Neumotórax abierto

**Fuente:** (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2018)

Para el tratamiento inicial de un neumotórax abierto se debe cerrar rápidamente la anomalía ya sea con un parche torácico comercial o con un apósito oclusivo estéril suficientemente grande para cubrir los bordes de la herida, es importante fijar los 3 lados del parche casero pues esto permitirá un efecto de válvula unidireccional, cuando el paciente inspira, el parche casero ocluye la anomalía, impidiendo la entrada de aire, durante la espiración, el lado abierto del parche permite la salida de aire desde el espacio pleural. El tapar los cuatro lados del parche puede causar la acumulación de aire en la cavidad torácica, provocando un neumotórax a tensión, a menos que se haya colocado antes un drenaje pleural.

Una vez colocado el parche torácico se debe mantener estrecha vigilancia en caso del desarrollo de neumotórax a tensión donde será requerida la descompresión torácica.



A continuación, se describen algunas recomendaciones a seguir para el abordaje del neumotórax abierto:

### ***Cuadro 2: Recomendaciones del manejo de neumotórax abierto***

- Mantenga una vía aérea abierta y administre la oxigenoterapia adecuada.
- Cierre inmediatamente la herida del pecho, inicialmente con una mano enguantada.
- Aplique un vendaje oclusivo, pegado con cinta adhesiva en los cuatro lados. Tener cuidado con la acumulación de líquidos.
- Controle la saturación de oxígeno, los signos vitales y el monitor cardíaco.
- Vigile el desarrollo de un neumotórax a tensión o un sello inadecuado y la necesidad de descompresión con aguja o ventilación asistida.
- Considere insertar un tubo torácico o un catéter pigtail si el protocolo lo permite.
- Supervise el sistema de drenaje del tubo torácico durante el transporte.



**Ilustración 73:** Manejo del neumotórax abierto

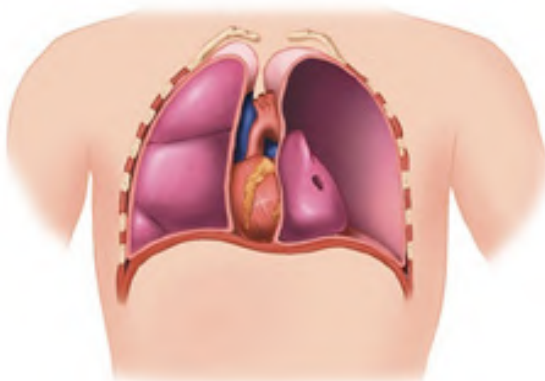




## NEUMOTÓRAX A TENSIÓN

El neumotórax a tensión es una lesión potencialmente mortal que resulta de una entrada continua de aire en el espacio pleural. Puede ocurrir como consecuencia de un neumotórax simple cerrado o después de sellar un neumotórax abierto, lo que aumenta la presión intratorácica, dificulta la capacidad del cuerpo para oxigenar o eliminar el dióxido de carbono de la sangre y, finalmente, colapsa el pulmón afectado. El colapso en el pulmón provoca un cambio en el mediastino lejos del lado lesionado, lo que da como resultado un compromiso ventilatorio y circulatorio del pulmón colapsado mientras que los grandes vasos y el corazón se deforman bajo la presión. (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2018).

### *Ilustración 74: Neumotórax a tensión*



**Fuente:** (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2018)

Si no se trata el neumotórax a tensión, el paciente progresará a actividad eléctrica sin pulso y paro cardiopulmonar. Los signos y síntomas clínicos de un neumotórax a tensión incluyen disnea, ansiedad, ingurgitación venosa yugular (aunque esto puede estar ausente debido a la hipovolemia), taquipnea y desviación traqueal (la desviación traqueal es un signo tardío que no se observa con frecuencia en el entorno prehospitalario).



El tirón traqueal durante la inspiración, un signo más sutil, se observa mucho antes en el proceso. Sin embargo, los signos más importantes son el aumento de la disnea o la disminución de la distensibilidad ventilatoria a las ventilaciones asistidas y el aumento de las PIP o las presiones máximas en las vías respiratorias, dependiendo de la configuración si el paciente está recibiendo ventilación y la inestabilidad hemodinámica.

La auscultación de los sonidos pulmonares revelará sonidos respiratorios disminuidos o ausentes (que son difíciles de apreciar en un avión y en escenas ruidosas) en el lado afectado si el neumotórax es lo suficientemente grande; en ambientes de mucho ruido y difícil auscultación como una ambulancia o un avión, el frémito vocal táctil puede ser un parámetro de evaluación útil, esta técnica se basa en el hecho de que el sonido viaja más fácilmente a través de un medio líquido que a través del aire, para evaluar el frémito vocal táctil, párese detrás del paciente con los bordes de las manos sobre la espalda del paciente, justo medial de las escápulas, haga que el paciente repita un sonido diptongo como "globos azules" y compare las vibraciones producidas, Idealmente debe sentir vibraciones iguales en cada pulmón, la ausencia o disminución significativa de la vibración en un lado puede indicar neumotórax.

Otro recurso semiológico bastante útil y poco usado en la prehospitalaria será la percusión con tórax hiperresonante en el lado afectado.

Se puede presenciar pulsos paradoxus (un pulso que desaparece con la inspiración que también puede estar asociado con una caída en la presión arterial sistólica), alternancia eléctrica (un complejo QRS grande que alterna con un complejo QRS pequeño) y presión venosa central (PVC) elevada también pueden estar presentes (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2018).

El neumotórax a tensión es un diagnóstico clínico que refleja aire bajo presión en el espacio pleural afectado. No retrase el tratamiento para obtener la confirmación de exámenes complementarios en caso de tener una clínica clara. (Cakmak et al., 2015).



El manejo del neumotórax a tensión se realiza mediante descompresión inmediata con aguja.

El equipo para realizar este procedimiento incluye lo siguiente:

### ***Cuadro 3: Recomendaciones del manejo de Neumotórax abierto***

- Equipo de aislamiento de sustancias corporales, incluidos guantes estériles
- Catéter intravenoso (IV) de calibre 14 o más grande (mínimo 3,25 pulgadas [8 cm] de largo)
- Jeringa de 10 ml con 1 a 2 ml de solución salina estéril en él, lo que permite que se vea escapar el aire burbujeante (en muchos casos es demasiado difícil de escuchar)
- Clorhexidina al 2% o alcohol.
- Válvula de aleteo (Heimlich o condón no lubricado o dedo del guante)
- Apósitos estériles opcionales

Las indicaciones para este tratamiento incluyen el alivio de la emergencia del neumotórax a tensión. Las contraindicaciones incluyen pacientes sin signos de neumotórax a tensión.

### ***Cuadro 4: Recomendaciones del manejo de neumotórax abierto***

1. Evalúe al paciente para asegurarse de que la presentación coincida con la de un neumotórax a tensión.
  - Ventilación difícil a pesar de una vía aérea abierta (disminución de la distensibilidad o aumento PIP o presión máxima en las vías respiratorias)



### *Continuación Cuadro 4:*

- Distensión venosa yugular (puede no estar presente con hemorragia asociada) Ruidos respiratorios ausentes o disminuidos en el lado afectado
  - Hiperresonancia a la percusión en el lado afectado
  - Desviación traqueal lejos del lado afectado (este signo tardío no siempre está presente)
  - Alternancia eléctrica y pulso paradójico
  - Presión venosa central elevada
  - Signos de colapso cardiovascular inminente
- 2.Prepare y ensamble el equipo necesario
    - Catéter intravenoso de gran calibre, preferiblemente calibre 10 a 14 y al menos 3,25 pulgadas (8 cm) de largo en una jeringa llena con 1 a 2 mL de solución salina estéril
    - Alcohol o clorhexidina al 2%
    - Cinta adhesiva
  - 3.Seleccione el sitio apropiado : línea medio clavicular , segundo espacio intercostal, por encima de la tercera costilla o en la línea axilar anterior, por encima de la quinta o sexta costilla. Pase por encima de la costilla para evitar el haz neurovascular debajo de cada costilla.
  - 4.Seleccione la aguja más grande disponible. Opcional: conecte la aguja a una jeringa con unos pocos mililitros de solución salina para que las burbujas sean visibles.
  - 5.Limpie el sitio con una técnica aséptica apropiada
  - 6.Inserte la aguja en un ángulo de 90° sobre la costilla Paso
  - 7.Retire la aguja y escuche si sale aire o busca burbujas en la jeringa.
  - 8.Haga avanzar el catéter sobre la aguja y asegúrelo en su lugar
  - 9.Deseche la aguja en un recipiente para objetos punzocortantes.
  - 10.Vigile de cerca los signos vitales, la saturación de oxígeno y la distensibilidad pulmonar.
  - 11.Esté preparado para repetir la descompresión si es necesario.



Las complicaciones incluyen una colocación incorrecta, que podría provocar lesiones en los vasos intercostales y una hemorragia importante. Además, pasar la aguja al tórax puede lesionar el parénquima pulmonar.

Después de la descompresión con aguja la colocación de un tubo torácico de drenaje es obligatoria.

**Ilustración 75:** Manejo del neumotórax a tensión con descompresión en segundo espacio intercostal





## BIBLIOGRAFÍA

American Academy of Orthopaedic Surgeons, A. (2018). Critical Care Transport. Jones & Bartlett Learning, LLC, 2020.

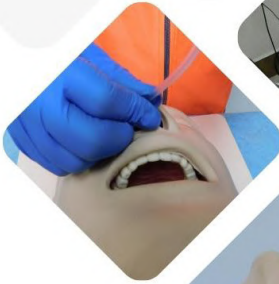
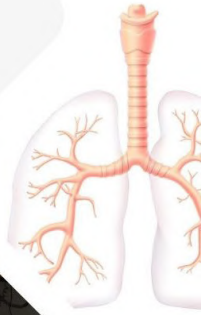
American College of Surgeons. (2018). Advanced Trauma Life Support. American College of Surgeons.

Heidemann, L., Nathani, N., Sagana, R., Chopra, V., & Heung, M. (2017). A Contemporary Assessment of Mechanical Complication Rates and Trainee Perceptions of Central Venous Catheter Insertion. *Journal of Hospital Medicine*, 12(8), 646–651. <https://doi.org/10.12788/jhm.2784>

National Association of Emergency Medical Technicians, (NAEMT). (2020). PHTLS: Prehospital Life Support (9th ed.). Jones & Bartlett Learning, LLC, 2020.

Reynolds, J. C., Michiels, E. A., Nasiri, M., Reeves, M. J., & Quan, L. (2017). Observed long-term mortality after 18,000 person-years among survivors in a large regional drowning registry. *Resuscitation*, 110, 18–25. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2016.10.005>

Cakmak, T., Battal, B., Kara, K., Metin, S., Demirbas, S., Yildiz, S., & Uzun, G. (2015). A case of tension pneumothorax during hyperbaric oxygen therapy in an earthquake survivor with crush injury complicated by ARDS (adult respiratory distress syndrome). *Undersea & Hyperbaric Medicine : Journal of the Undersea and Hyperbaric Medical Society, Inc*, 42(1), 9–13



A decorative pattern of light gray diamonds arranged in a grid, with some diamonds missing or faded, creating a mesh-like effect in the upper right corner of the page.

# VIII CAPÍTULO

FUNDAMENTOS DE  
VENTILACIÓN  
MECÁNICA

---

## EL DATO:

La ventilación mecánica fue en sus inicios realizada a través de presión negativa en el llamado “Pulmón de Acero”, que ejercía dicha presión por encima de la pared torácica del paciente (habitualmente con poliomielitis) para expandir los pulmones, esa práctica actualmente se ha abandonado en la mayoría de los casos, pero aún existen dispositivos torácicos de ventilación mecánica por presión negativa, raramente utilizados (AVENTHO, 2020).



Pulmón de acero (Ventilador de presión negativa), usado por primera vez en la epidemia de poliomielitis en 1952



La ventilación mecánica (VM), es una intervención de soporte ventilatorio para pacientes con una condición crítica en diferentes áreas médicas, tanto hospitalarias como prehospitales. La ventilación mecánica también conocida como ventilación con presión positiva intermitente, busca suplir la función ventilatoria de manera temporal tratando de imitar la fisiología respiratoria.

Durante el proceso de la ventilación mecánica se envía una mezcla de gases (oxígeno en concentración variable, nitrógeno y otros gases) a través de las vías respiratorias fluyendo hasta los alvéolos permitiendo el intercambio gaseoso (AVENTHO, 2020). Las características de cómo se entrega esta mezcla de gases desde la presión que ejercen hasta la frecuencia con la que se aplican son parámetros programados en el ventilador mecánico, parámetros que analizaremos más adelante.

Como se mencionó anteriormente la ventilación mecánica busca suplir la función ventilatoria de manera temporal intentando mantener un adecuado intercambio gaseoso, por lo cual es una terapia de soporte mas no curativa (AVENTHO, 2020), esta es una consideración muy importante a tener en cuenta antes de iniciar dicho procedimiento.

Si bien, durante muchos años principalmente en el entorno prehospitalario o durante transportes intrahospitalarios se ha preferido el uso del dispositivo Bolsa Válvula Mascarilla (BVM) frente a la VM creyendo que existe igualdad en su beneficio, no obstante la evidencia ha demostrado lo contrario, pues el dispositivo BVM no solo no asegura una correcta oxigenación sino que también conlleva a un incorrecto nivel de  $ETCO_2$  ya sea por hiperventilación o hipoventilación (McLachlan et al., 2019); frente al requerimiento de personal que presenta el dispositivo BVM (mantener a alguien todo el tiempo brindando ventilaciones el tiempo que dure el transporte) en ambientes austeros como la prehospitalaria relegar las funciones de soporte ventilatorio al ventilador mecánico garantiza una mejor terapia, permitiendo al reducido número de proveedores enfocarse en diversas actividades del cuidado del paciente una vez se haya programado correctamente el ventilador mecánico (Hollott, 2017; Weiss et al., 2005).

Antes de empezar a programar el ventilador mecánico es necesario comprender las indicaciones del uso de la INDICACIONES DEL USO DE VENTILACIÓN MECÁNICA ventilación mecánica y los principios físicos del intercambio gaseoso que permiten se lleve a cabo el proceso del intercambio gaseoso y cómo influye en ellos el uso del ventilador mecánico.



## INDICACIONES DEL USO DE VENTILACIÓN MECÁNICA

La ventilación mecánica puede ser un sustituto de la función ventilatoria de manera parcial o total (AVENTHO, 2020). Las indicaciones de ventilación mecánica incluyen protección de la vía aérea, tratamiento de la insuficiencia respiratoria hipoxémica (baja concentración de oxígeno en sangre), tratamiento de la insuficiencia respiratoria hipercápnica (alta concentración de  $\text{CO}_2$  en sangre), durante procedimientos médicos (cirugías); el inicio de ventilación mecánica requiere un amplio conocimiento y una estrecha vigilancia del paciente ventilado pues del efecto de esta terapia puede depender el resultado del paciente (Hardvard University, 2021). Los resultados de la ventilación mecánica de cierta forma son tiempo dependientes, mientras más pronto se la realice mejores serán los resultados (AVENTHO, 2020), por lo cual su retaso o remplazo por equipos como BVM deberían ser considerados muy cuidadosamente. El inicio de la ventilación mecánica implica un amplio conocimiento, pero no solo conocimiento teórico de programación y fisiopatología sino también del equipo con el que contamos en nuestras unidades de atención ya sea en los sistemas de salud hospitalarios y prehospitales, por ejemplo no será lo mismo la programación y los beneficios de ventilación mecánica de un ventilador Hamilton t1 comparado con un Oxylog 1000, por lo cual es recomendable revisar todo el equipo disponible previo al manejo de la vía aérea para cuando sea necesario.

**Ilustración 76:** Ventilador mecánico de transporte



*Fuente: ( 2018)*



Las indicaciones para ventilación mecánica desglosadas son las siguientes:

***Cuadro 5: Indicaciones para la protección de la vía aérea***

- Acidosis respiratoria que no responde al tratamiento inicial (broncodilatadores, esteroides IV, etc.), habitualmente sintomática con  $p\text{CO}_2 > 50$  mmHg y  $\text{pH} < 7.32$
- Paro respiratorio
- Obstrucción de la vía aérea
- Deterioro neurológico que condicione hipoxemia o hipoventilación
- Trauma craneoencefálico severo
- Traumas con compromiso/sospecha de compromiso de vía aérea
- Quemadura de vía aérea o sospecha de quemadura de vía aérea
- Puntaje de la escala de coma de Glasgow  $\leq 8$  puntos
- Disminución de 2 puntos del puntaje inicial obtenido en la escala de coma de Glasgow

***Importante:*** en pacientes neurocríticos no solo es relevante la protección de la vía aérea sino también la correcta difusión de los gases  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ , cualquier alteración en su concentraciones fisiológicas conducirá a lesión cerebral secundaria (Ni et al., 2019)



## *Cuadro 6: Indicaciones en insuficiencia respiratoria*

### **Tipo 1: Hipoxémica**

- Presión parcial de oxígeno  $<60\text{mmHg}$  previo  $\text{O}_2$  suplementario
- Saturación arterial de oxígeno  $<88\%$  previo  $\text{O}_2$  suplementario

Causas: Neumonía, síndrome de distrés respiratorio agudo, aspiración, síndromes pleuro-pulmonares, edema agudo pulmonar cardiogénico, etc.

### **Tipo 2: Hipercápnica/ Hipoventilación**

- Presión de  $\text{CO}_2$  aumentada con acidosis respiratoria:
- $\text{PCO}_2 >50\text{mmHg}$  con  $\text{pH} <7.32$

Causas: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica exacerbada, crisis asmática, síndromes pleuro-pulmonares, síndrome compartimental abdominal, trastornos neuromusculares: Síndrome de Guillain-Barré, enfermedades desmielinizantes, crisis miasténica, deformaciones de la pared torácica, etc.

## *Cuadro 7: Indicaciones en procedimientos médicos*

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



## PRINCIPIOS FÍSICOS DEL INTERCAMBIO GASEOSO

El oxígeno es un elemento clave en la producción de Adenosín Trifosfato o Trifosfato de Adenosina (ATP) por su rol en la fosforilación oxidativa durante el ciclo de Krebs. El oxígeno se desplaza por difusión a través de la membrana alveolocapilar desde un estado de mayor concentración (alvéolos) hacia un estado de menor concentración (sangre capilar alveolar), a su vez el intercambio de dióxido de carbono se produce por el mismo principio, la velocidad de difusión de los gases ( $O_2$  y  $CO_2$ ) depende en su mayoría de su presión parcial, esta se calcula multiplicando la concentración por la presión total ejercida por los gases.

Por ejemplo a nivel del mar, la presión atmosférica es de 760 mmHg y la concentración de  $O_2$  es del 0,21 al realizar la operación obtendríamos una presión de 159,6mmHg (FlightBridgeED, 2018).

$$760 \times 0,21 = 159,6$$

Esta presión es suficiente para permitir la difusión por el gradiente de presión sin embargo al ingresar el aire a la orofaringe se produce una dilución por su humidificación, esta dilución se basa en la presión del vapor de agua con un valor constante de 47 mmHg, por lo tanto, la presión parcial de oxígeno disminuye de 159 a 104, a este proceso se lo denomina la “cascada de oxígeno” (FlightBridgeED, 2018).

La presión parcial alveolar de oxígeno ( $PAO_2$ ) de 104 mmHg, este valor es suficiente para el gradiente de presión, pues la presión capilar alveolar es 40mmHg, la importancia de entender este proceso radica en la oxigenación de pacientes durante la transportación aeromédica o durante la atención a pacientes en lugares donde la presión atmosférica es muy baja (ciudades con gran altitud), por ejemplo a una altura de 20000 pies la presión atmosférica es de 349 mmHg y con los cálculos correspondientes obtendríamos una  $PAO_2$  de 40 mmHg la cual impide el correcto gradiente de presión para la difusión de oxígeno (FlightBridgeED, 2018).



A continuación se detallan varios ejemplo de la presión parcial en diferentes altitudes:

**Tabla 39: Presiones parciales a diferentes altitudes**

| Altitud<br>(Ft) | Presión Atmosférica<br>mmHg | Presión Parcial<br>Alveolar De Oxígeno<br>( $P_{ao_2}$ ) |
|-----------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------|
| Nivel del mar   | 760                         | 104                                                      |
| 10 000          | 523                         | 67                                                       |
| 20 000          | 349                         | 40                                                       |
| 30 000          | 226                         | 21                                                       |

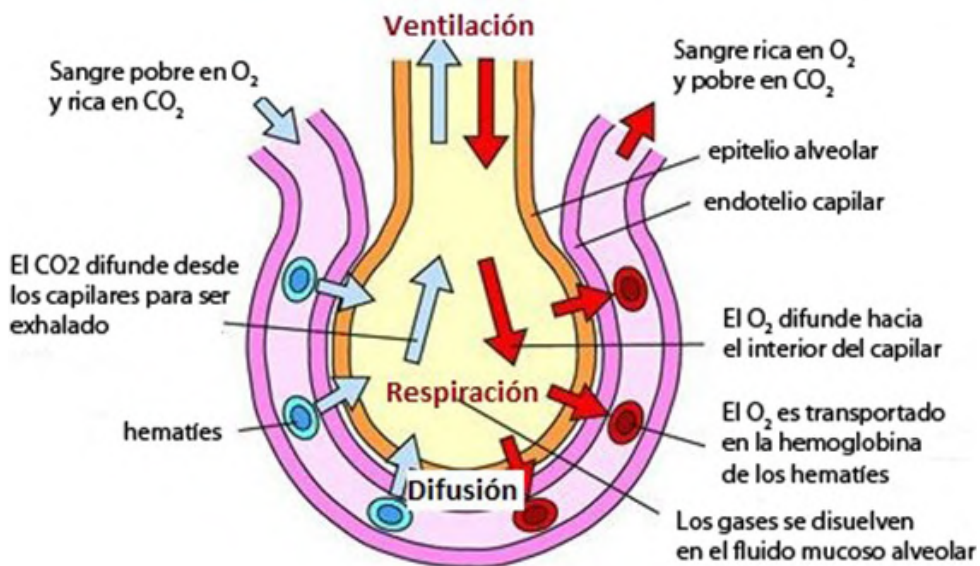
**Nota:** presión después de la dilución por la humidificación

**Fuente:**(FlightBridgeED, 2018)

Si bien, la presión de oxígeno en el gradiente de presión como lo hemos visto es un factor importante en la difusión sin embargo, no es el único a considerar, dentro de la Ley de Fick para difusión de gases se habla entre otras, de dos variables que toman vital importancia al momento de aplicar ventilación mecánica, principalmente en pacientes con neumonía o edema agudo de pulmón, dichas variables indican que la difusión será directamente proporcional al área de superficie de intercambio e inversamente proporcional al grosor de la membrana, esto en simples palabras nos quiere decir que si existe una barrera entre la membrana alveolar y el capilar (engrosamiento de la membrana, edema en el intersticio alvéolo-capilar, presencia de moco en el alvéolo) se dificultará el paso del gas entre los diferentes compartimientos, ante ello la otra variable puede ser manejada a través de la ventilación mecánica, al aplicar PEEP se lograría aumentar la superficie de difusión facilitando dicho proceso, a esto se conoce como reclutamiento pulmonar, cabe aclarar que debe aplicarse bajo parámetros específicos pues mal empleado podría ser deletéreo (AVENTHO, 2020; FlightBridgeED, 2018).



**Ilustración 77:** Difusión de gases por diferencia de presiones



**Nota:** la presión atmosférica para la ciudad de Quito es de 540mmHg

**Fuente:** (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2018)



Finalmente, antes de entrar en materia de programación del ventilador mecánico y su funcionamiento es importante entender las propiedades mecánicas del pulmón y ciertos términos de uso común:

- **Elasticidad:** Es la propiedad de la pared torácica y los alvéolos de volver a la posición inicial después de sufrir una deformación.
- **Viscosidad:** Depende de la fricción interna de un medio fluido, es decir entre el tejido pulmonar y el gas que circula por las vías aéreas (AVENTHO, 2020; Harvard University, 2021).
- **Tensión superficial:** Está producida por las fuerzas cohesivas de las moléculas en la superficie del fluido y de la capa de la superficie alveolar, dependen de la curvatura de la superficie del fluido y de su composición
- **Histéresis:** Es el fenómeno por el que el efecto de una fuerza persiste más de lo que dura la misma en sí, en el ciclo respiratorio se aplica al vencer la presión de apertura alveolar.
- **Resistencia aérea o presión transaérea:** se refiere a la fuerza de resistencia encontrada durante el ciclo de respiración mecánica, la resistencia normal es  $<5\text{cmH}_2\text{O}$ , esta puede aumentar por tamaño pequeño del tubo, estrechamiento de las vías aéreas o presencia de mucosidad en el tubo orotraqueal.
- **Compliance pulmonar:** Es un sinónimo de elasticidad pulmonar, de ella depende la cantidad de volumen que acoplan los pulmones y la presión que generan en el proceso.  
Atelectasia. Colapso completo o parcial de los alvéolos o de un área pulmonar
- **Desreclutamiento:** Pérdida de superficie para intercambio gaseoso debido a las atelectasias.
- **Reclutamiento:** Restaurar la superficie de intercambio gaseoso a través la aplicación de presión positiva.



## VENTILACIÓN MECÁNICA

Como se mencionó anteriormente la ventilación mecánica es el suministro de gases a presión positiva de forma intermitente a través de un dispositivo (ventilador mecánico) el cual busca suplir las funciones ventilatorias durante un periodo de tiempo variable, mientras se trata el problema que condicione su uso.

### TIPOS DE RESPIRACIÓN:

Ventilación espontánea:

Es iniciada y realizada en su totalidad por el paciente (puede agregársele presión de soporte inspiratorio y presión continua en la vía aérea).

Ventilación controlada:

Es iniciada por el ventilador siguiendo los parámetros programados.

Ventilación asistida:

Es iniciada por el paciente capaz de generar esfuerzo inspiratorio suficiente para accionar el gatillo (trigger) que obliga al ventilador a dar una ventilación que seguirá los parámetros programados. (AVENTHO, 2020)

**Ilustración 78:** Gráfico del modo de ventilación espontánea



**Nota:** modo ventilatorio espontáneo, la presión varía entre 0 cmH<sub>2</sub>O

**Fuente:** (Guerrero, 2018)



## **VARIABLES DE FASE**

Son las variables que se encuentran durante el ciclo respiratorio en la ventilación mecánica, se incluyen:

### **Fase de Iniciación.**

Es el inicio de la ventilación mecánica, esta puede ser iniciada por el paciente o por el ventilador, cuando el paciente es quien acciona la ventilación se podrá observar una deflexión en la curva de presión tiempo.

### **Fase de inspiración.**

Es la parte de la ventilación en la cual el aire ingresa a los pulmones logrando una presión pico o un volumen tidal dependiendo el modo preestablecido.

### **Fase de espiración.**

Es un proceso pasivo durante la ventilación mecánica, el inicio de este proceso depende del ciclado.

## **TRIGGER O DISPARO:**

El factor que inicia la inspiración, una respiración puede ser iniciada por presión, flujo o tiempo, en las dos primeras es sensible a sus cambios.

## **CICLADO:**

Es la variable presión, flujo, volumen o tiempo, medida y utilizada por el ventilador para terminar la inspiración y comenzar la fase espiratoria. En la ventilación controlada por volumen, la variable de ciclado es el volumen; en la ventilación controlada por presión, el ventilador es ciclado por tiempo; y en la ventilación con presión de soporte, el cambio de inspiración a espiración se produce por flujo.



## BIBLIOGRAFÍA

American Academy of Orthopaedic Surgeons, A. (2018). Critical Care Transport. Jones & Bartlett Learning, LLC, 2020.

AVENTHO. (2020). Ventilación Mecánica AVENTHO. <https://siemprevirtual.com/>

Bauer, E. (2018). Manejo de Ventiladores: Una Perspectiva Prehospitalaria (A. Bauer (ed.); Segunda). FlightBridgeED.

Hardvard University. (2021). Mechanical Ventilation for COVID-19. <https://learning.edx.org/course/course-v1:HarvardX+COV19x+1T2020/home>

Hollott, J. (2017). Ventilatory choices for intubated patients during helicopter stretcher winching. *Emerg Med Australas*, 29(6), 692–696. <https://dx.doi.org/10.1111/1742-6723.12845>

McLachlan, B., Bilbrey, C., Mausner, K., & Lenz, T. J. (2019). Effectiveness of Manual Ventilation in Intubated Helicopter Emergency Services-Transported Trauma Patients. *Air Med J*, 38(4), 273–275. <https://dx.doi.org/10.1016/j.amj.2019.03.013>

Ni, Y.-N., Wang, Y.-M., Liang, B.-M., & Liang, Z.-A. (2019). The effect of hyperoxia on mortality in critically ill patients: a systematic review and meta analysis. *BMC Pulmonary Medicine*, 19(1), 53. <https://doi.org/10.1186/s12890-019-0810-1>

Weiss, S. J., Ernst, A. A., Jones, R., Ong, M., Filbrun, T., Augustin, C., Barnum, M., & Nick, T. G. (2005). Automatic transport ventilator versus bag valve in the EMS setting: a prospective, randomized trial. *Southern Medical Journal*, 98(10), 970–976. <https://doi.org/10.1097/01.smj.0000182177.01436.70>



A decorative pattern of light gray diamonds arranged in a grid, with some diamonds missing or faded, creating a textured, geometric background in the upper right portion of the page.

# IX CAPÍTULO

PROGRAMACIÓN  
INICIAL

---

## EL DATO:

La ventilación mecánica no invasiva durante muchos años a sido una herramienta útil en el manejo de pacientes con insuficiencia respiratoria tipo 1 y tipo 2 a nivel hospitalario, sin embargo, durante los últimos años investigaciones han demostrado su gran utilidad y aplicación a nivel prehospitario, los resultados finales de las investigaciones sugieren gran aplicación en varios escenarios clínicos como enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), asma, edema pulmonar de origen cardiogénico y no cardiogénico, llegando incluso a evitar la intubación en los pacientes, debido a ello es vital que el personal sanitario de primer contacto conozca y maneje la ventilación mecánica no invasiva en sus diferentes modos (principalmente CPAP). En situaciones austeras donde no sea posible administrar ventilación mecánica no invasiva, el CPAP artesanal puede ser una gran alternativa usando dispositivos básicos del manejo de la vía aérea (El Sayed et al., 2018; Nielsen et al., 2016; Williams et al., 2013)



## MODOS VENTILATORIOS MÁS COMUNES

La ventilación mecánica puede ser controlada ya sea por volumen (acorde al volumen tidal programado) o controlada por presión (donde la complianza pulmonar permitirá alcanzar volúmenes requeridos), los principales modos ventilatorios son:

**ASISTIDO - CONTROLADO (AC):** Es un modo de común de ventilación mecánica en los departamentos de emergencia, ya que es considerado como uno de los más seguros, el paciente recibe una ventilación bajo los parámetros programados en cada ciclo, el paciente puede propulsar una nueva ventilación si lo requiriera, pero esta se equilibraría a los parámetros establecidos. Este modo puede ser controlado por presión (A/C-P) o por volumen (A/C-V).

**VENTILACIÓN MANDATARIA INTERMITENTE SINCRÓNICA (SIMV):** Antiguamente era el modo de elección en la ventilación mecánica extrahospitalaria, aunque la evidencia actual demostró que tiende a producir asincronías que desarrollan peor pronóstico para el paciente, su modo de programación es similar al AC, en cada ventilación mandataria entregará los parámetros establecidos, sin embargo, durante ventilaciones gatilladas, el paciente solo recibirá presión soporte o CPAP.

**VENTILACIÓN CONTROLADA POR VOLUMEN Y REGULADA POR PRESIÓN (PRVC):** Este modo ventilatorio combina los mejores atributos del volumen control y presión control. Se programa un volumen tidal que será suministrado acorde a las presiones que este genere, siempre buscará la presión más baja, en caso de superarla se terminará el ciclo para evitar la lesión inducida por presión, este modo depende del nivel de complianza pulmonar.

**PRESIÓN SOPORTE:** En este modo ventilatorio el paciente lleva sus propias ventilaciones, mismas que disparan una presión positiva que ayuda a aumentar la presión y por ende el volumen tidal del paciente, este modo suele estar acompañado de programación de PEEP, no se recomienda una PS >15mmHg.



**VENTILACIÓN NO INVASIVA A PRESIÓN POSITIVA (VMNI):** Es un modo ventilatorio en el cual el paciente no requiere estar intubado, se administra a través de dispositivos como máscara facial o casco cefálico, se puede usar en CPAP, BiPAP, CPAP+PS.

**PRESIÓN POSITIVA CONTINUA EN LA VÍA AÉREA (CPAP).** Es un modo de soporte en el cual el paciente recibe una presión constante a través de la vía aérea durante su ciclo respiratorio, esto hará que las presiones basales en espiración se mantengan siempre sobre el nivel programado (ver gráfico)

**PRESIÓN POSITIVA EN LA VÍA AÉREA NIVELADA (BIPAP):** Modo ventilatorio similar al CPAP, en esta existen dos presiones: una alta inspiratoria y una baja espiratoria lo cual permite mantener más alvéolos abiertos durante el ciclo respiratorio.

**CPAP+PS:** Es un modo ventilatorio que combina los modos antes mencionados, es de amplia utilidad en pacientes que se encuentran conscientes y puede incluso evitar la intubación.

**Ilustración 79:** Gráfico de la curva Presión - Tiempo



**Nota:** La presión se encuentra en un nivel mayor a 0 cmH<sub>2</sub>O, en un modo CPAP.

**Fuente:** (AVENTHO, 2020)



## PARÁMETROS GENERALES DE LA PROGRAMACIÓN

### VOLUMEN TIDAL

Es el volumen suministrado por el ventilador al paciente durante cada ciclo respiratorio, se mide en mililitros (ml) y se lo programa de acuerdo con el tipo de paciente, si existe patología pulmonar (SDRA) o no; el volumen tidal se programa acorde al peso ideal del paciente (a continuación, explicaremos ¿qué es el peso ideal?), ml/kg peso ideal, los ml a seleccionar varían entra la literatura y la edad del paciente, nosotros para un paciente adulto recomendamos un volumen de 6-10ml/kg peso ideal en pacientes sin SDRA y de 4-8ml/kg peso ideal en SDRA.

Cuando nosotros crecer nuestros pulmones adquieren un tamaño específico el cual soporta cierto volumen, este tamaño es invariable de nuestro peso real, es decir, imaginemos que nuestro peso es 70kg manteniendo un IMC adecuado, después de un par de meses nuestro nuevo peso es 130kg, si bien aumentó nuestro peso corporal, el tamaño y capacidades pulmonares se mantuvieron constantes, lo que quiere decir que si programábamos inicialmente a un Vt de 10ml/kg al pesar 70 kg se correspondía con 700 ml, pero luego al programar con 130kg le corresponderá 1300ml, el programar basándonos en el peso real como se puede observar puede sobre distensionar al pulmón y lesionarlo, por ello se recomienda usar el peso ideal.

El peso ideal se lo calcula de la siguiente forma:



En mujeres altura en  $m^2 \times 21,5 = \text{PESO IDEAL}$



En hombres altura en  $m^2 \times 23 = \text{PESO IDEAL}$



### Ejemplo:

Para un paciente masculino de 1,7 metros de estatura, con un peso de 80kg programando a un  $V_t$  de 10ml/kg de peso ideal, el cálculo final nos daría 664 ml.

Para pacientes con SDRA se debe disminuir el peso ideal debido a la baja complianza que estos presentan, la fórmula modificada sería:

Peso predicho para pacientes con SDRA:



$$[\text{Talla (cm)} - 152.4] \times 0.91 + 50 \text{ (hombre)}$$



$$[\text{Talla (cm)} - 152.4] \times 0.91 + 45 \text{ (mujer)}$$

### FRECUENCIA RESPIRATORIA

La frecuencia respiratoria es un elemento importante a tomar en cuenta, pues de esta depende el barrido de  $\text{CO}_2$ , lo cual toma vital importancia en pacientes neurocríticos y en las alteraciones metabólicas, los valores comunes a programar buscan mantenerse dentro del nivel fisiológico, FR de 12 a 20 rpm, la programación como tal dependerá del nivel de  $\text{CO}_2$  esperado y del volumen minuto generado, al aumentar la FR se disminuye el  $\text{CO}_2$  y se aumenta el volumen minuto.

### VOLUMEN MINUTO

El volumen minuto es la cantidad de aire que ingresa al aparato respiratorio en un minuto su fórmula es:  $V_m = V_t \times \text{FR}$ , el volumen minuto adecuado para el paciente se lo puede calcular con la fórmula 100ml/kg ideal/min, por ejemplo, en un paciente de 70kg su  $V_m$  adecuado sería 7L/min, el  $V_m$  se lo puede comparar con el volumen minuto exhalado como un parámetro de monitorización de atrapamiento aéreo (FlightBridgeED, 2018).



## **VOLUMEN MINUTO EXHALADO**

Como su nombre lo indica, es el volumen que se exhala en un minuto, la bibliografía nos indica que su diferencia con el  $V_m$  varía entre  $+/- 50$  ml, un aumento exagerado en su variación podría reflejar un problema de atrapamiento aéreo como puede ser en EPOC, asma o neumotórax (FlightBridgeED, 2018).

## **RELACIÓN I:E**

Es la relación entre el tiempo que se destina a la inspiración y el tiempo que se le destina la espiración, los valores normales de relación I:E generalmente se programan en 1:2 pero depende de la condición del paciente, en pacientes con atrapamiento aéreo como pacientes con asma o EPOC la relación se puede aumentar a 1:3 o más según la necesidad del paciente (FlightBridgeED, 2018).

## **TIEMPO INSPIRATORIO**

Es la cantidad de tiempo que se destina a la inspiración, este a su vez modifica la relación I:E, para calcular el tiempo inspiratorio se divide 60 para la frecuencia respiratoria y este resultado, a su vez se divide para las sumatoria de la relación I:E, por ejemplo el tiempo inspiratorio a una frecuencia respiratoria de 12 rpm y una I:E de 1:2 sería:  $60/12 = 5$ ,  $5/3 = 1,6$  segundos.

## **FiO<sub>2</sub>**

Es la fracción de concentración de oxígeno que se brindará al paciente, se programa acorde al nivel de respuesta del paciente, varía desde el 21% hasta el 100%, es importante tener en cuenta que si programamos a una FiO<sub>2</sub> al 100% esto puede causar una desnitrogenización de los alvéolos lo cual conlleva a atelectasias por absorción, además es importante considerar que una SpO<sub>2</sub> 100% se asocia con mayor mortalidad por lo cual debería ser evitada (FlightBridgeED, 2018; Stephens et al., 2019).

## **PRESIÓN POSITIVA EL FINAL DE LA ESPIRACIÓN**

Es una presión que se mantiene al final de la espiración permitiendo mantener la apertura en los alvéolos, si bien puede ser un término conocido para muchos la mayoría de las veces no se considera sus efectos holísticos en el estado del paciente, un PEEP “fisiológico” normal varía entre 3-5 cmH<sub>2</sub>O y es lo que se procura programar inicialmente en el ventilador (5cmH<sub>2</sub>O), los valores pueden ser aumentados acorde al tiempo de paciente en un IMC> se recomendando un PEEP inicial de 8cmH<sub>2</sub>O al igual que en paciente gestante de >20SDG, en pacientes con SDRA el PEEP se sue-



le programar  $>10$  cmH<sub>2</sub>O sin embargo, no se recomienda valores superiores a 15 cmH<sub>2</sub>O.

Se debe tomar en cuenta que, a pesar de que el PEEP ayuda en la oxigenación al aumentar la superficie de difusión también aumenta la poscarga en el ventrículo derecho y disminuye el retorno venoso lo cual podría ser deletéreo en pacientes neurocríticos o con insuficiencia cardiaca congestiva (AVENTHO, 2020; FlightBridgeED, 2018; Harvard University, 2021).

### **PRESIÓN SOPORTE**

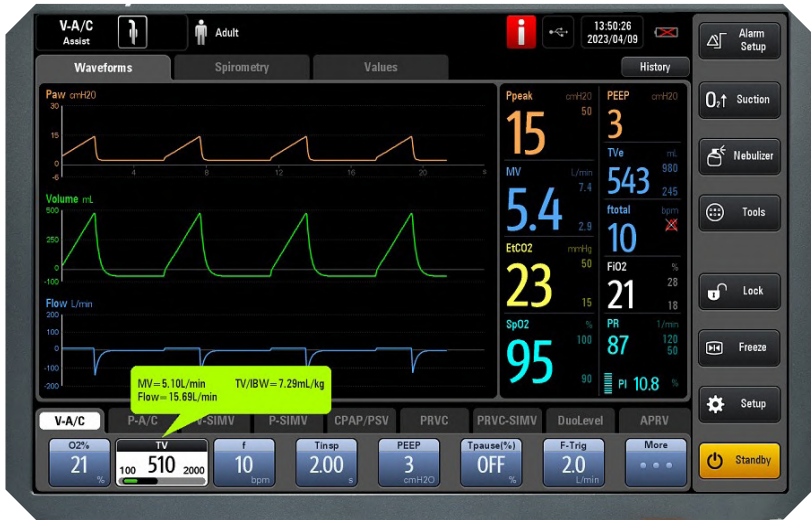
La presión soporte (PS), es una presión que acompaña a la respiración espontánea llevada por el paciente, esta presión garantiza alcanzar volúmenes tidales adecuados, la presión soporte al igual que la ventilación controlada por presión depende de la complianza pulmonar, generalmente se recomienda una PS inicial de 10 cmH<sub>2</sub>O y se la va modificando acorde a la respuesta del paciente, no se recomienda una PS  $>15$  cmH<sub>2</sub>O por riesgo a lesión pulmonar.

### **TRIGGER O DISPARO**

Puede programarse por flujo de 1 a 3 L/min y por presión de -0.5 a -2 cmH<sub>2</sub>O, a menor nivel de disparo programado la sensibilidad aumentará y la inspiración será desencadenada más fácilmente.



**Ilustración 80a:** Programación inicial del ventilador mecánico



**Ilustración 80b:** Programación de parámetros en modo (S) CMV





### VENTILACIÓN MECÁNICA NO INVASIVA

Es un método de ventilación mecánica inicial, suele usarse generalmente en pacientes con edema agudo de pulmón, asma o EPOC, la evidencia demuestra que puede llevar a prevenir la necesidad de intubación y ventilación mecánica invasiva (Fuller et al., 2020). Se recomienda valorar la VMNI y la respuesta del paciente a esta, si requiriese una PS  $>15\text{cmH}_2\text{O}$  o una  $\text{Pa}/\text{FiO}_2 <150$  ya se recomienda iniciar ventilación mecánica invasiva.

Los parámetros de VMNI en CPAP+PS se pueden resumir en:

**Tabla 40: Programación VMNI -CPAP + PS**

| Parámetro      | Valor                                                              |
|----------------|--------------------------------------------------------------------|
| $\text{FiO}_2$ | 21-60%                                                             |
| PS             | La necesaria para un $\text{Vt}$ 6 a 10 ml/kg de peso ideal        |
| Disparo        | 1 L/min (por flujo) ó 0.5 a 2 $\text{cmH}_2\text{O}$ (por presión) |
| CPAP           | 5 a 8 $\text{cmH}_2\text{O}$                                       |

*Fuente: (Aventho, 2020)*

### MONITOREO DEL PACIENTE BAJO VMNI

El paciente bajo ventilación debe ser monitorizado y valorar su respuesta en caso de que esta sea negativa deberá escalarse a ventilación mecánica invasiva, los parámetros a valorar son:

#### *Cuadro 8: Indicaciones en procedimientos médicos*

- Estado neurológico: Somnolencia, estupor o coma, ansiedad, agitación.
- Frecuencia cardíaca: Taquicardia, arritmias.
- Tensión arterial: Hipertensión o hipotensión.
- Frecuencia respiratoria: Taquipnea.
- Datos clínicos de insuficiencia respiratoria: Aleteo nasal, tiraje, disociación toraco-abdominal, cianosis.

## VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA

La ventilación mecánica invasiva permite garantizar un monitoreo adecuado de las presiones pulmonares al igual que proteger la vía aérea, dentro de la VMI controversia respecto al control de la ventilación (presión VS volumen), cada uno tiene sus ventajas y desventajas, por un lado el control volumen permite lograr volúmenes pulmonares adecuados mientras que control presión permite un adecuado control de las presiones pulmonares, el método de elección depende del criterio del proveedor sanitario y de su capacidad para manejar la ventilación mecánica, el grupo AVENTHO recomienda control volumen.

Una vez analizados y entendidos los diferentes modos ventilatorios y por parámetros generales a programar se procederá a presentar un breve resumen de ventilación inicial en diversos modos, cabe recalcar que es un proceso dinámico y cambiara acorde al requerimiento de paciente, aquí solo se presenta una sugerencia.

**Ilustración 81:** *Paciente sometido a VMI*





### ASISTIDO CONTROL VOLUMEN (VMI-A/C-V)

**Tabla 41: Programación VMI -A/C -V**

| Parámetro           | Valor                                                                                                       |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FiO <sub>2</sub>    | Necesario para SpO <sub>2</sub> adecuada >94%                                                               |
| Vt                  | 6 a 10 ml/kg de peso ideal (sin SDRA, iniciar con 8) 4 a 8 ml/kg de peso predicho (con SDRA, iniciar con 6) |
| Trigger             | 1 a 3 L/min o -0.5 a -2 cmH <sub>2</sub> O.                                                                 |
| PEEP                | 5-8cmH <sub>2</sub> O                                                                                       |
| FR                  | La necesaria para un CO <sub>2</sub> normal o deseado acorde a la patología, iniciar en 12                  |
| Tiempo inspiratorio | Necesario para una I:E 1:2                                                                                  |
| I:E                 | 1:2 a 1:3 (Hasta 1:4 en ASMA o EPOC)                                                                        |

*Fuente: (Aventho, 2020)*

### ASISTIDO CONTROL PRESIÓN (VMI-A/C-P)

**Tabla 42: Programación VMI -A/C -P**

| Parámetro            | Valor                                                                                      |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| FiO <sub>2</sub>     | Necesario para SpO <sub>2</sub> adecuada >94%                                              |
| Presión inspiratoria | La necesaria para un Vt 6 a 10 ml/kg de peso ideal                                         |
| FR                   | La necesaria para un CO <sub>2</sub> normal o deseado acorde a la patología, iniciar en 12 |
| Disparo              | 1-3 L/min (por flujo) ó 0.5 a 2 cmH <sub>2</sub> O (por presión)                           |
| PEEP                 | 5 a 8cmH <sub>2</sub> O                                                                    |
| Tiempo inspiratorio  | Necesario para una I:E 1:2                                                                 |
| I:E                  | 1:2 a 1:3 (Hasta 1:4 en ASMA o EPOC)                                                       |

*Fuente: (Aventho, 2020)*



## VENTILACIÓN MANDATARIA INTERMITENTE SINCRÓNICA POR VOLU- MEN (VMI-SIMV-V)

**Tabla 43: Programación VMI -SIMV-V**

| Parámetro            | Valor                                                                                                       |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FiO <sub>2</sub>     | Necesario para SpO <sub>2</sub> adecuada >94%                                                               |
| Vt                   | 6 a 10 ml/kg de peso ideal (sin SDRA, iniciar con 8) 4 a 8 ml/kg de peso predicho (con SDRA, iniciar con 6) |
| FR                   | La necesaria para un CO <sub>2</sub> normal o deseado acorde a la patología, iniciar en 12                  |
| Disparo              | 1-3 L/min (por flujo) ó 0.5 a 2 cmH <sub>2</sub> O (por presión)                                            |
| PEEP                 | 5 a 8 cmH <sub>2</sub> O                                                                                    |
| Tiempo inspi-ratorio | Necesario para una I:E 1:2                                                                                  |
| I:E                  | 1:2 a 1:3 (Hasta 1:4 en ASMA o EPOC)                                                                        |
| PS                   | Iniciar en 10cmH <sub>2</sub> O modificar acorde a complianza                                               |

## VENTILACIÓN MANDATARIA INTERMITENTE SINCRÓNICA POR PRE- SIÓN (VMI-SIMV-P)

**Tabla 44: Programación VMI -SIMV -P**

| Parámetro             | Valor                                                                                      |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| FiO <sub>2</sub>      | Necesario para SpO <sub>2</sub> adecuada >94%                                              |
| Presión inspi-ratoria | La necesaria para un Vt 6 a 10 ml/kg de peso ideal                                         |
| FR                    | La necesaria para un CO <sub>2</sub> normal o deseado acorde a la patología, iniciar en 12 |
| Disparo               | 1-3 L/min (por flujo) ó 0.5 a 2 cmH <sub>2</sub> O (por presión)                           |
| PEEP                  | 5 a 8cmH <sub>2</sub> O                                                                    |
| Tiempo inspiratorio   | Necesario para una I:E 1:2                                                                 |
| I:E                   | 1:2 a 1:3 (Hasta 1:4 en ASMA o EPOC)                                                       |
| Ps                    | Iniciar en 10cmH <sub>2</sub> O modificar acorde a complianza                              |



### MONITOREO DEL PACIENTE BAJO VM

Si bien, el ventilador busca suplir la función respiratoria simulando un estado fisiológico no siempre lo consigue, pudiendo generar altas presiones que causan daños a nivel pulmonar, así como asincronías.

#### **PRESIÓN INSPIRATORIA PICO (PAW O PIP)**

Es la presión máxima generada en la vía aérea; se mide al final de una inspiración y depende del  $V_t$  y del flujo inspiratorio, el objetivo es lograr una PIP  $<35$  mmHg (AVENTHO, 2020; Harvard University, 2021)

#### **PRESIÓN PLATO (PPLAT)**

Es la presión que permanece en los alvéolos durante la fase de meseta, durante la cual hay un cese del flujo de aire. Para calcular este valor, el proveedor puede presionar el botón de “retención inspiratoria” en el ventilador. Un objetivo de presión meseta  $<24\text{cmH}_2\text{O}$  se asocia con menor mortalidad aunque la literatura menciona un máximo de  $30\text{cmH}_2\text{O}$  (AVENTHO, 2020; Harvard University, 2021)

#### **RESISTENCIA AÉREA O PRESIÓN TRANSAÉREA (RAW)**

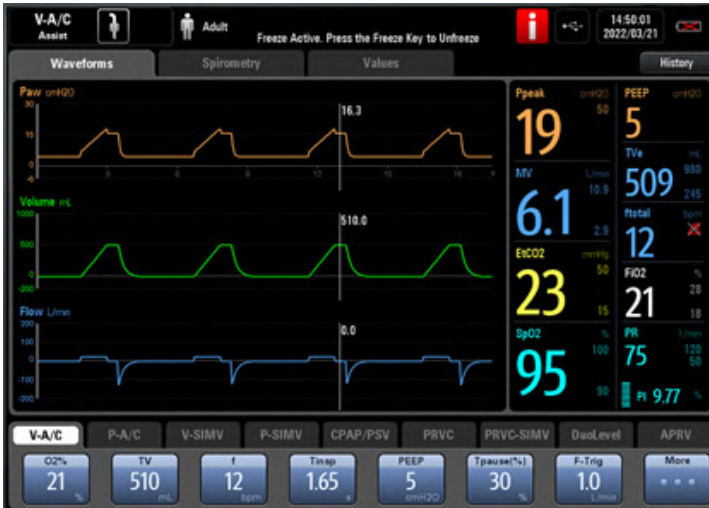
Se refiere a la fuerza de resistencia encontrada durante el ciclo de respiración mecánica; se calcula con la fórmula  $\text{PIP} - \text{Pplat} = \text{Presión transaérea}$ , se recomienda  $<2,5$  a  $3\text{cmH}_2\text{O}$ , sus valores aumentados indican resistencia al paso del aire (AVENTHO, 2020).

#### **DRIVING PRESURE O PRESIÓN DE DISTENSIÓN**

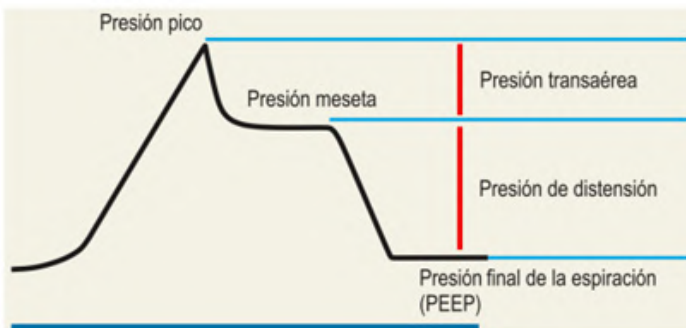
Indica el estado de distensión del parénquima pulmonar, se calcula con  $\text{Pplat} - \text{PEEP}$ , su valor objetivo para protección pulmonar es  $<13\text{cmH}_2\text{O}$ , valores superiores se asocian con mayor mortalidad (AVENTHO, 2020).



**Ilustración 82a:** Gráfico del monitoreo de presiones



**Ilustración 82b:** Detalle del gráfico de presiones



**Nota:** Descripción de las presiones a medir en la curva de relación entre el Flujo y el Tiempo.

**Fuente:** (Aventho, 2020)

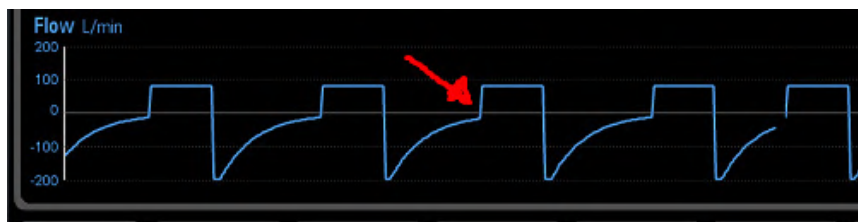


### AUTOPEEP

Es la presión que queda en los pulmones debido a una exhalación incompleta, como puede ocurrir en pacientes con enfermedades pulmonares obstructivas o con un tiempo espiratorio demasiado corto o al cierre precoz de la vía aérea. Este valor se puede medir manteniendo presionado el botón de "pausa espiratoria" o "retención espiratoria" en el ventilador mecánico; las complicaciones del autoPEEP son: aumento del trabajo respiratorio, hipotensión por aumento de la poscarga del ventrículo derecho, barotrauma e interpretación errónea de parámetros hemodinámicos.

En la gráfica se puede identificar en la curva de flujo tiempo como un no retorno a 0 (flecha roja).

**Ilustración 83:** Gráfica de la relación Flujo - Tiempo



Al realizar una pausa espiratoria se medirá el AutoPeep (14,4cmH<sub>2</sub>O en este caso)



**Ilustración 84:** Auto PEEP o Atrapamiento Aéreo



Para tratar este autoPEEP se puede disminuir la FR, y prolongar la relación I:E a 1:3 o 1:4, en casos de asma o EPOC se deberá administrar fármacos broncodilatadores.

## BIBLIOGRAFÍA

- AVENTHO. (2020). Ventilación Mecánica AVENTHO. <https://siemprevirtual.com/>
- Bauer, E. (2018). Manejo de Ventiladores: Una Perspectiva Prehospitalaria (A. Bauer (ed.); Segunda). FlightBridgeED.
- El Sayed, M., Tamim, H., Mailhac, A., & N Clay, M. (2018). Ventilator use by emergency medical services during 911 calls in the United States. *The American Journal of Emergency Medicine*, 36(5), 763–768. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2017.10.008>
- Hardvard University. (2021). Mechanical Ventilation for COVID-19. <https://learning.edx.org/course/course-v1:HarvardX+COV19x+1T2020/home>
- Nielsen, V. M. L., Madsen, J., Aasen, A., Toft-Petersen, A. P., Lübcke, K., Rasmussen, B. S., & Christensen, E. F. (2016). Prehospital treatment with continuous positive airway pressure in patients with acute respiratory failure: a regional observational study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 24(1), 121. <https://doi.org/10.1186/s13049-016-0315-3>
- Repešé, X., Charron, C., & Vieillard-Baron, A. (2015). Acute cor pulmonale in ARDS: rationale for protecting the right ventricle. *Chest*, 147(1), 259–265. <https://doi.org/10.1378/chest.14-0877>
- Stephens, R. J., Siegler, J. E., & Fuller, B. M. (2019). Mechanical ventilation in the prehospital and emergency department environment. *Respiratory Care*, 64(5), 595–603. <https://doi.org/10.4187/respcare.06888>
- Williams, T. A., Finn, J., Perkins, G. D., & Jacobs, I. G. (2013). Prehospital continuous positive airway pressure for acute respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *Prehospital Emergency Care : Official Journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors*, 17(2), 261–273. <https://doi.org/10.3109/10903127.2012.749967>



# X CAPÍTULO

## FARMACOLOGÍA

---

## EL DATO:

La administración de aminas periféricas (Vasoactivos) durante muchos años fue considerada una actividad netamente hospitalaria realizada por catéter venoso central, sin embargo, la evidencia más reciente ha demostrado que su uso por vía periférica desde el nivel prehospitalario no solo es seguro sino que ayuda en la condición clínica del paciente y mejora la sobrevida en diversos cuadros clínicos como la sepsis. Los metaanálisis e investigaciones realizadas por diversos autores han demostrado que las complicaciones ocurren solo en alrededor del 3,4% de los pacientes y estas no son graves (principalmente extravasación) y se pueden tratar a nivel tópico con una crema de fentolamina. Su uso puede ser mantenido hasta por 24 horas sin ninguna complicación mayor (tiempo suficiente para obtener una vía central). Además estudios en la prehospitalaria han considerado el uso de pequeñas dosis de aminas periféricas en el tratamiento de la hipotensión transitoria (EPI PUSH) demostrando gran éxito en su uso (Nawrocki et al., 2020; Owen et al., 2021; Tian et al., 2020)



La necesidad de encontrar una solución a los males, ha causado que el empleo de sustancias químicas sea tan antiguo como el mismo hombre. El ser humano buscaba soluciones a las supersticiones utilizando plantas, animales y en ocasiones objetos inanimados que permitían mejorar las molestias, gracias a los experimentos y la necesidad de mejorar sus dolencias en la actualidad existen un sin fin de fármacos. (Vesalio, 2017) La farmacología es una ciencia relativamente joven, sus raíces históricas tienen origen en la conocida materia médica, el conocimiento empírico de la farmacognosia y la semilla de la actual ciencia farmacológica. En épocas pasadas en empleo de plantas o sustancias de origen animal con fines curativos eran comunes, además se utilizaba conjuros y ritos mágicos principalmente enfocados en el componente psicológico del paciente dando lugar a la medicina primitiva. (Pérez, 2020)

### *Ilustración 85: Inicios de la Farmacología*



*Fuente: (Bahia, 2019)*

La introducción de una sustancia de origen animal o sintético en la práctica clínica, con fines terapéuticos debe cumplir con requisitos que se han establecido a nivel internacional, que avalan el efecto farmacológico y la seguridad de uso de la sustancia para seres humanos. Esta rama de las ciencias médicas conocida como farmacología, consta de técnicas y métodos que permiten evaluar los efectos indeseables que podría causar al paciente, además asegura las bases científicas que permiten el desarrollo y la utilización del medicamento. (Hernandez, 2019)

Cuando un fármaco estudia la toxicidad y el efecto en animales se la define como farmacología preclínica o básica, mientras que cuando es usada en el hombre se la conoce como farmacología clínica. Se debe tener en cuenta que estas no son disciplinas separadas, más bien constituyen etapas de un proceso que tiene el objetivo de



aumentar los conocimientos y elevar la calidad del arsenal terapéutico que permite prevenir, diagnosticar y tratar enfermedades. (NIHSeniorHealth, 2018)

Para evaluar la actividad farmacológica de un compuesto se realiza un estudio de las curvas Dosis – Respuesta, que permiten cuantificar o evaluar el efecto de una dosis empleada dándonos la medida de la magnitud de la actividad del fármaco. La potencia de un medicamento es la dosis requerida que permite un efecto determinado, realizando una comparación el fármaco más potente es aquel que a menor dosis provoca igual o mayor efecto sobre el organismo.

Por otra parte la eficacia se define como la capacidad del compuesto para producir el efecto máximo, un medicamento es más eficaz cuanto mayor sea la magnitud del efecto que produce, independientemente de la dosis que se necesite para lograrlo. (Pe, 2018)

Los fármacos poseen una variabilidad en la respuesta del organismo de cada persona, la farmacodinamia procede de la raíz *pharmaco*/medicina y *dynamics*/cambio, es decir en términos sencillos esta rama hace referencia a los mecanismos de acción que presenta el fármaco, la relación de concentración del mismo y la respuesta que presenta en el organismo (Hernandez, 2019).

Esta rama de la farmacología tiene importantes aplicaciones clínicas, permite a los profesionales de la salud prever si un fármaco producirá un cambio significativo en los pacientes, por lo general los profesionales inician los tratamientos aplicando dosis estándar basándose en guías farmacéuticas. El conocimiento de los índices terapéuticos, la relación dosis-respuesta y la interacción fármaco-receptor ayudan a proporcionar un tratamiento seguro y eficaz (Hernandez, 2019). (Fc et al., 2018).

La farmacodinamia se basa en identificar y caracterizar en términos moleculares la diana del fármaco y el organismo, así como los cambios bioquímicos y fisiológicos que generan los correspondientes efectos farmacológicos. Evaluar el mecanismo de acción del fármaco relacionado con la estructura química, permite conocer datos importantes acerca de su eficacia, efectos adversos y las interacciones a las que se puede dar lugar (Pérez, 2020). Los mecanismo de acción pueden enfocarse en aquellos fármacos de acción inespecífica que se caracterizan porque carecen de una relación estructura-actividad definida, es decir no interactúan con dianas determinadas, por otro lado los fármacos de acción específica que tienen interacción con determinados componentes macromoleculares del organismo. (Panorama Actual del Medicamento (PAM), 2016).

**Cuadro 9: HIDROCORTISONA****MECANISMO DE ACCIÓN**

Es un potente antiinflamatorio e inmunosupresor que inhibe los fenómenos inflamatorios tisulares. Antagonista de la liberación de histamina, de quininas proinflamatorias, y supresor de la migración leucocitaria.

**CONTRA-INDICACIONES**

No administrar en caso de hipersensibilidad al fármaco, úlcera gastroduodenal activa, herpes zoster, glaucoma y embarazo. No existen contraindicaciones absolutas. Se consideran contraindicaciones relativas comunes la diabetes, miastenia gravis, hipertensión, fallo cardíaco congestivo, osteoporosis, tuberculosis, insuficiencia renal, etc.

**DOSIS ADULTO / PEDIÁTRICA**

Dosis recomendada en cada capítulo

**EMBARAZO Y LACTANCIA**

Fármaco categoría C, No se han realizado estudios adecuados en mujeres embarazadas. En los estudios realizados con animales se han detectado problemas en el feto. Por ello, únicamente se administra hidrocortisona en embarazadas en condiciones terapéuticas que resulte indispensable.

**EFFECTOS SECUNDARIOS**

Aumentan con dosis, duración y frecuencia de la terapia. La administración a corto plazo no determina efectos adversos. Puede provocar hipertensión e insuficiencia cardíaca en pacientes predispuestos, hiperglicemias en diabéticos, edema, euforia, insomnio, crisis psicóticas y convulsiones en niños.

*Fuente:*(Suárez, 2010)



## **Cuadro 10: ATROPINA**

### **MECANISMO DE ACCIÓN**

Posee una acción inicial de estimulación del SNC, sin embargo luego lo deprime; tiene acciones antiespasmódicas sobre el músculo liso y reduce secreciones (salival y bronquial), deprime el nervio vago e incrementa la frecuencia cardíaca.

### **CONTRA-INDICACIONES**

Contraindicado en pacientes con crisis hipertiroidea, hemorragia aguda, obstrucción urinaria y miastenia gravis. Utilizarla con precaución en glaucoma de ángulo estrecho y procesos diarreicos infecciosos.

### **DOSIS ADULTO / PEDIÁTRICA**

Recomendadas en el cada capítulo.

### **EMBARAZO Y LACTANCIA**

Fármaco categoría C, puede producir problemas en el feto, por lo que solo se recomienda la administración de este fármaco en condiciones terapéuticas en las que sea indispensable.

### **EFFECTOS SECUNDARIOS**

Excitación, descoordinación, confusión mental, alucinaciones, hipertermia, alteraciones visuales (midriasis, secreción bronquial reducida, pérdida del gusto, náuseas, vómito, urticaria, retención urinaria.

**Fuente:**(Suárez, 2010)

**Cuadro 11: LIDOCAÍNA****MECANISMO DE ACCIÓN**

Antiarrítmico clase IB. Bloquea canales rápidos de sodio en las membranas de las células miocárdicas prolongado el periodo de recuperación después de una despolarización.

**CONTRA-INDICACIONES**

No utilizar en personas con hipersensibilidad a la lidocaína u otros fármacos anestésicos locales. Contraindicada en pacientes con epilepsia. Precaución en caso de hipovolemia y shock y en pacientes con fibrilación auricular.

**DOSIS ADULTO / PEDIÁTRICA**

Recomendadas en el cada capítulo.

**EMBARAZO Y LACTANCIA**

Fármaco categoría C, atraviesa la membrana placentaria y es secretado en la leche materna, aunque los niveles son bajos por lo que se recomienda esperar de 4 a 6 horas antes de la lactancia.

**EFFECTOS SECUNDARIOS**

Puede producir alteraciones en el SN como vértigo, visión borrosa, sedación en dosis elevadas, además vómito, hipotensión postural y síncope. En exceso puede generar depresión respiratoria y paro cardíaco.

**Fuente:**(VADEMECUM, 2019)



## **Cuadro 12: FENTANILO**

### **MECANISMO DE ACCIÓN**

Es un agonista opiáceo, efecto analgésico y de sedación por interacción con el receptor opioide  $\mu$  principalmente del sistema nervioso central.

### **CONTRA-INDICACIONES**

Contraindicado en pacientes con intolerancia conocida al fármaco y a otros fármacos morfinomiméticos. Trauma craneoencefálico, aumento de la presión intracraneal y/o coma. Niños menores de 2 años.

### **DOSIS ADULTO / PEDIÁTRICA**

Recomendadas en el cada capítulo.

### **EMBARAZO Y LACTANCIA**

Fármaco tipo C. Este medicamento es excretado en la leche materna. Se recomienda interrumpir la lactancia en las 24 horas posteriores a la administración de este medicamento.

### **EFFECTOS SECUNDARIOS**

Depresión respiratoria, somnolencia, cefalea, mareos, náuseas, vomito, estreñimiento, sudoración, xerostomía, dispepsia.

*Fuente:*(VADEMECUM, 2019)

**Cuadro 13: MIDAZOLAM****MECANISMO DE ACCIÓN**

Benzodiacepina de rápido comienzo y corta duración que actúa nivel de las regiones límbicas, hipofisarias e hipotalámicas del SNC con un efecto de sedación, hipnosis, actividad anticonvulsivante, relajación del musculo esquelético y coma.

**CONTRA-INDICACIONES**

Al ser un medicamento con indicaciones precisas y un rango terapéutico amplio, puede ser utilizado en casi la totalidad de pacientes, sin embargo se debe tener cuidado en personas con hepatopatías crónicas e insuficiencias renales.

**DOSIS ADULTO / PEDIÁTRICA**

Recomendadas en el cada capítulo.

**EMBARAZO Y LACTANCIA**

Fármaco categoría D. en el primer trimestre han existido casos de malformación cardiovascular y urogenitales, mientras que en el segundo y tercer trimestre puede ocasionar depresión respiratoria y nerviosa, atonía muscular y síndrome de abstinencia en el neonato. No utilizar en lactancia.

**EFECTOS SECUNDARIOS**

Cefalea, somnolencia, fatiga, ataxia, mareo, confusión, temblores y vértigo. En casos más extremos apnea, hipotensión arterial y paro cardíaco.

**Fuente:** (VADEMECUM, 2019)



### **Cuadro 14: ETOMIDATO**

#### **MECANISMO DE ACCIÓN**

Hipnótico no barbitúrico, actúa a nivel del sistema de activación reticular, regulando el estado de vigilia y ayudando en la anestesia.

#### **CONTRA-INDICACIONES**

Hipersensibilidad al fármaco, niños menores de 6 meses.

#### **DOSIS ADULTO / PEDIÁTRICA**

Recomendadas en el cada capítulo.

#### **EMBARAZO Y LACTANCIA**

Según estudios se evidencia toxicidad en la reproducción y una disminución de sobrevivencia del feto. Este medicamento es excretado por la leche materna por lo que se recomienda esperar al menos 24 horas luego de la administración

#### **EFFECTOS SECUNDARIOS**

Discinesia, mioclonía, hipotensión, apnea, hiperventilación, estridor, vomito, nauseas, disminución de niveles de cortisol.

*Fuente: (MINISTERIO DE SANIDAD, 2022)*

**Cuadro 15: TIOPENTAL****MECANISMO DE ACCIÓN**

Anestésico barbitúrico, depresor del SNC con acción ultracorta, induce a la hipnosis y anestesia, pero no analgesia.

**CONTRA-INDICACIONES**

Hipersensibilidad a barbitúricos, crisis asmáticas y porfiria.

**DOSIS ADULTO / PEDIÁTRICA**

Recomendadas en el cada capítulo.

**EMBARAZO Y LACTANCIA**

Puede producir depresión en el sistema nervioso central del feto. Se debe tener precaución en la leche materna, puede pasar en pequeñas cantidades.

**EFFECTOS SECUNDARIOS**

Depresión cardiorrespiratoria, arritmias, tromboflebitis, cefalea, vómitos, somnolencia, amnesia, reacción anafiláctica.

*Fuente: (FARMACOLOGÍA ACTUAL, 2019)*



## **Cuadro 16: KETAMINA**

### **MECANISMO DE ACCIÓN**

El estado anestésico que produce este medicamento se lo define como anestesia disociativa ya que interrumpe de forma selectiva las vías de asociación cerebral antes de producir el bloqueo sensorial.

### **CONTRA-INDICACIONES**

Hipersensibilidad al medicamento, preeclampsia y eclampsia. Pacientes con peligro de elevación de la presión sanguínea.

### **DOSIS ADULTO / PEDIÁTRICA**

Recomendadas en el cada capítulo.

### **EMBARAZO Y LACTANCIA**

Este medicamento atraviesa la barrera placentaria con facilidad, no se recomienda el uso durante la lactancia.

### **EFFECTOS SECUNDARIOS**

Alucinaciones, confusión, agitación, nistagmus, hipertonía, movimientos clónicos tónicos, diplopía, aumento de la tensión arterial, aumento de frecuencia cardíaca y respiratoria, náuseas, vómitos, eritema.

***Fuente:***(VADEMECUM, 2016)

**Cuadro 17: PROPOFOL****MECANISMO DE ACCIÓN**

A pesar de las múltiples acciones farmacológicas de este medicamento sobre el SNC, sistema cardiovascular, respiratorio, el metabolismo de los lípidos y otros; su mecanismo de acción es desconocido. Sin embargo algunas evidencias sugieren que puede aumentar la depresión del sistema nervioso central medida por el GABA.

**CONTRA-INDICACIONES**

Pacientes geriátricos debilitados las dosis de inducción y mantenimiento deben ser reducidas y los signos vitales deben ser monitorizados para detectar bradicardia o hipotensión.

**DOSIS ADULTO / PEDIÁTRICA**

Recomendadas en el cada capítulo.

**EMBARAZO Y LACTANCIA**

Por seguridad no debe usarse durante el embarazo ni en la lactancia. Atraviesa la placenta y puede asociarse con depresión neonatal. No debe usarse en anestesia obstétrica.

**EFFECTOS SECUNDARIOS**

Cefalea durante la fase de recuperación, bradicardia, hipotensión, apnea transitoria durante la inducción, náuseas, vómitos durante la recuperación, dolor local mediante fase de inducción.

*Fuente: (FACMED, 2016)*

## **Cuadro 18: DEXAMETASONA**

### **MECANISMO DE ACCIÓN**

Glucocorticoide sintético con acciones antiinflamatorias e inmunosupresoras por inhibición de la infiltración leucocitaria en el lugar de la inflamación. Es una droga útil en cualquier patología en la que el proceso inflamatorio sea muy evidente (reacciones cutáneas, broncoespasmo, faringoamigdalitis, lumbociatalgia, traumatismo articular, etc.)

### **CONTRA-INDICACIONES**

No existen contraindicaciones absolutas. Se consideran contraindicaciones relativas la presencia de infecciones agudas o crónicas, tuberculosis o infección herpética, a no ser que se trate de forma concomitante y correcta la infección

### **DOSIS ADULTO / PEDIÁTRICA**

Recomendadas en el cada capítulo.

### **EMBARAZO Y LACTANCIA**

Fármaco categoría C. No se han realizado estudios adecuados en mujeres embarazadas. En los estudios realizados con animales se han detectado problemas en el feto. Por ello, únicamente se administra dexametasona en embarazadas en condiciones terapéuticas que resulte indispensable.

### **EFFECTOS SECUNDARIOS**

Aparecen con la administración repetida o bien con altas dosis durante largos períodos de tiempo. Síndrome de Cushing (con aspecto característico), hiperglicemia, hipertensión arterial, retención de líquidos, parestesias, depresión, náuseas, vómitos y petequias, equimosis

**Fuente:**(FACMED, 2016)

## BIBLIOGRAFÍA

Fc, C., Se, G., & Je, R. (2018). Guía para el manejo de la analgesia, la sedación y el delirium del paciente en UTI. Hospital Italiano de Buenos Aires. [www.pcommunications.com.ar](http://www.pcommunications.com.ar)

Martínez, A., Cruz, A., Agudelo, A., Restrepo, A., Estrada, A., Ramirez, A., Castellanos, C., Rojas, C., Angarita, C., & Pava, D. (2017). Guía para el Manejo de Emergencias Toxicológicas. In Guía para el Manejo de Emergencias Toxicológicas (Issue November).

Nawrocki, P. S., Poremba, M., & Lawner, B. J. (2020). Push Dose Epinephrine Use in the Management of Hypotension During Critical Care Transport. *Prehospital Emergency Care*, 24(2), 188–195. <https://doi.org/10.1080/10903127.2019.1588443>

Owen, V. S., Rosgen, B. K., Cherak, S. J., Ferland, A., Stelfox, H. T., Fiest, K. M., & Niven, D. J. (2021). Adverse events associated with administration of vasopressor medications through a peripheral intravenous catheter: a systematic review and meta-analysis. *Critical Care*, 25(1), 146. <https://doi.org/10.1186/s13054-021-03553-1>

Pierre, Mi., & Aristil, C. (2015). Manual de Farmacología Básica y Clínica (H. Guerrero (ed.); 6th Ed). McGraw-Hill.

Rang, H. P., Ritter, J. M., & Flower, R. J. (2016). RANG y DALE Farmacología (Octava Edi). Elsevier.

Suarez, S. (2010). Fármacos en la Emergencia Manual básico para el médico de guardia (E. E. Brennan (ed.); 1st Ed). CORPUS.

Tian, D. H., Smyth, C., Keijzers, G., Macdonald, S. P., Peake, S., Udy, A., & Delaney, A. (2020). Safety of peripheral administration of vasopressor medications: A systematic review. *Emergency Medicine Australasia*, 32(2), 220–227. <https://doi.org/10.1111/1742-6723.13406>



2023