

## Anexo 2:

### *Soporte vital Básico.*

#### *Introducción:*

Al hablar de muerte en los pacientes politraumatizados se dice que estas presentan una distribución trimodal, ya que los fallecimientos se agrupan en torno a tres picos de tiempo. Un primer pico de impacto, es donde fallecerán aquellos que han sufrido un daño cuyas lesiones no son compatibles con la vida, su muerte es prácticamente instantánea. La denominada “hora de oro” o segundo pico, en el que ocurren el 60% de los fallecimientos y que suponen a los fallecidos en la hora siguiente al accidente, por lo que es un buen indicador de la calidad de respuesta a la emergencia. Un tercer pico o muertes diferidas engloban a aquellos que mueren ya una vez trasladados a sistemas terciarios de atención, horas, días e incluso, semanas después del accidente. La adecuada valoración y tratamiento de estos pacientes en el lugar del accidente han mejorado espectacularmente su supervivencia.

Por tanto, se desarrollará a continuación un protocolo de actuación que enseñe los pasos que se han de seguir correlativamente para la adecuada asistencia a estos pacientes desde el primer momento. Este protocolo, para que sea efectivo, exige disciplina en su aplicación, no debiendo saltar ningún paso; es decir, no se pasará de un nivel a otro sin haber resuelto antes el anterior.

**La evaluación del paciente:** el primer objetivo de la evaluación es determinar la condición del paciente, cual es el estado del paciente, cuales son sus probabilidades de vida y determinar a través de estas evaluaciones si es un paciente crítico o no crítico.

Por lo tanto tenemos que determinar los parámetros vitales de base y se trataran todas aquellas condiciones de amenaza inminente de muerte para el paciente.

Se tendrá en cuenta que todo paciente con trauma multisistémico es un paciente crítico y no debe permanecer en el escenario, se le dará una atención de soporte agresiva y se lo preparara para el traslado (empaquetamiento).

El brigadista debe tener en cuenta que un paciente críticamente traumatizado debe recibir tratamiento quirúrgico definitivo en un centro de trauma en el lapso de los 60 minutos a partir de que a sufrido una injuria, esta demostrado que luego de esta hora los sistemas de compensación del organismo empiezan a fallar dramáticamente haciendo inútil los esfuerzos de reanimación y compensación, a este periodo de **60 minutos** se lo denomina la **“hora dorada”**.

El brigadista ante un paciente crítico, debe dirigir y centrar sus esfuerzos de atención en el campo prehospitalario, tratando de que su trabajo no exceda los **10 minutos**, denominándose a este tiempo los **“10 minutos dorados”**.

**El que sabe lo que busca, entiende lo que encuentra y previene lo que está por suceder.**

El brigadista ira siempre un paso adelante de la emergencia y su prioridad será ante todo la seguridad en la escena de la emergencia.

### Las tres S de la evaluación de la escena.

**eScena** : ¿Qué paso? ¿cuando paso? ¿Cómo paso? (ver mecanismo de lesión)

**Seguridad**: la escena es segura para mi, para el equipo, para el paciente y testigos?

**Situación**: ¿Qué otros eventos contribuyeron a que se produzca la emergencia?

¿Cuántas víctimas fueron afectadas? ¿Voy a necesitar ayuda adicional?

### Fuentes de información.

**Señales**: todo elemento físico que permita suponer lo que pasó.

**El propio paciente**: si se encuentra consciente es el informante de mayor importancia

**Testigos**: (trabajadores, Policías).

Cuando ud esta caminando hacia la victima, ya tiene un panorama global de la escena y del paciente y en su cabeza ya esta haciendo el test del AVDI.

#### **A: Alerta.**

La víctima está despierta, sabe su nombre, donde está y qué día es; su comunicación es coherente, (ubicado en tiempo y espacio).

#### **V: a la Voz.**

La víctima no está alerta, puede tener sus ojos cerrados y no intenta comunicarse, pero responde cuando se le habla. Sin embargo, a veces su respuesta no es coherente.

#### **D: Dolor.**

La víctima no puede comunicarse y no abre los ojos si se le habla, pero responde automáticamente a una sensación dolorosa.

#### **I: Inconsciencia.**

La víctima no responde ni reacciona a ningún estímulo.

### **Evaluación primaria.**

Durante ésta evaluación, se diagnosticarán y tratarán todas aquellas condiciones que representen un riesgo inminente de muerte para la víctima, (veo y hago ahora).

### **El ABC del Trauma.**

El procedimiento llamado ABC del Trauma, consiste en una serie de evaluaciones sucesivas, que se deben cumplir en determinado orden, cuyo fin es detectar los problemas que amenazan la vida de la víctima a fin de darles solución inmediata.

El procedimiento del ABC del Trauma establece las siguientes prioridades en la atención de salud de una víctima:

- A.** Apertura de Vía Aérea con Control de la Columna Cervical.
- B.** Ventilación.
- C.** Circulación y control de hemorragias.
- D.** Déficit Neurológico.

Es una serie de diagnósticos y tratamientos que han sido sistematizados para resolver las situaciones que representen un riesgo de vida. En esta serie se incluye la RCP

**E.** Exposición, exanimación y control de la hipotermia.

## **A.** Apertura de la vía aérea y control cervical.

En todo caso de trauma provocado por un accidente que implique alta incidencia de energía, el brigadista debe sospechar siempre de una lesión cervicoespinal.

La primera prioridad del brigadista es el manejo de la vía aérea, abrir la vía aérea e inmovilizar la columna cervical. El brigadista deberá extraer todo cuerpo extraño de la boca de la víctima, para ello podrá utilizar la pinza de MacGuill, y en caso de no poseerla su dedo meñique en forma de gancho, teniendo mucho cuidado de que la víctima no vaya a morder sus dedos y de no empujar el objeto hacia la parte posterior de la garganta, Retrofaringe.

En la practica real, lo primero que se hace es tomar la cabeza del paciente y luego el manejo de la vía aérea. Al tomar la cabeza se realiza una pequeña tracción (tracción gentil) y durante esta tracción se alinea la cabeza al eje medio del cuerpo colocándola en posición neutra alineada.



La lengua en una víctima inconsciente en posición de cúbito supino puede ser la principal causa obstrucción de vías aéreas superiores y deben ser despejadas por las maniobras de elevación del mentón o de subluxación mandibular siempre con la cabeza en posición neutra alineada luego se mide una cánula orofaríngea (mayo o guedell) desde el lóbulo de la oreja hasta la comisura de la boca del paciente, se introduce la cánula con la punta hacia arriba hasta tocar el techo de la boca recién allí se la gira 180°. En el caso de pacientes pediátricos el procedimiento es igual salvo que estos pacientes no tienen aun formado el techo del paladar por lo que la cánula ingresa en forma caudal a la lengua.

En ningún caso se fijara la cánula orofaríngea al paciente ya que de regresar su estado de alerta se activaría el reflejo nauseoso y el paciente regurgitará y no podrá despedir la cánula en consecuencia su boca se llenara de fluidos y correremos el riesgo de una broncoaspiración.

**Recuerde: nunca realizar hiperextensión en pacientes con trauma cervical, en el caso de pacientes pediátricos la estructura faríngea no esta desarrollada y su tráquea corre riesgo de colapsar.**

Ya tenemos el control de la vía aérea, es decir la vía aérea esta **permeable y segura** mientras otro brigadista esta haciendo el paso **B** del abc **denominado MES** (miro, escucho y siento) y **C** circulación y control de hemorragias de forma simultanea, pero el paso **A** no estaría aun finalizado si al paciente no le colocamos el collar cervical adecuado.

En lo que se refiere a collares cervicales, existen de varias medidas y también de varios modelos dependiendo de la marca que se utilice.

En cuanto a las medidas podemos clasificarlos en: Color / tamaño / nombre comercial

| Nº | Color      | Tamaño          | Nombre    |
|----|------------|-----------------|-----------|
| 6  | Verde      | Grande          | Tall      |
| 5  | Naranja    | Varón adulto    | Regulador |
| 4  | Azul       | Mujer adulta    | Short     |
| 3  | Lila       | Adolescente     | Low       |
| 2  | Rosado     | Infantil o niño | Infant.   |
| 1  | Verde Agua | Pediátrico      | Pedi      |

Otra clasificación apunta a su estructura, encontrándose collares de dos piezas (bicamerales) y los más utilizados, de una sola pieza (unicameral). Mientras que en lo referente a marcas podemos mencionar: 911<sup>®</sup>, Ambú<sup>®</sup>, Philly<sup>®</sup>, Philadelphia<sup>®</sup>, Stifneck selec<sup>®</sup>.

No se aconseja aprender y guiarse por los colores del collar, ya que el fabricante puede modificar los mismos, y se pueden cometer errores del collar adecuado en el paciente inapropiado, es por ello importante aprender a medir el collar cervical.

Se elige de acuerdo al tamaño del cuello medido con los dedos del brigadista desde la base del hombro del paciente hasta la proyección del mentón.

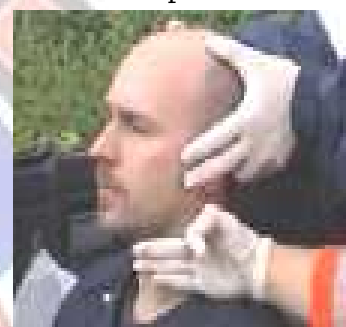
El brigadista que toma la cabeza del paciente no la suelta más, su responsabilidad es el control de la columna cervical mediante la fijación neutra alineada de la cabeza aun después de haberle colocado el collar cervical, este brigadista al estar “clavado” en ese puesto tiene mejor panorama del paciente y de la escena lo que evita que entre en una visión de túnel, es por ello que será la voz que guiará al resto de los brigadistas en el protocolo a,b,c,d,e.

En 1974 Glenn Hare, patentó el primer collar cervical capaz de proporcionar comodidad y soporte adecuado a un paciente traumatizado. El collar cervical es un elemento principal de todo traumatismo de cabeza y cuello, cuando dicho traumatismo no es obvio debe ser sospechado descartando el mismo en la sala de rayos de un hospital.

**“Para un brigadista, siempre existe lesión cervical hasta que se demuestre lo contrario”**

Este dispositivo de control de la columna cervical es de mucha utilidad por las siguientes razones:

- Proporciona una protección significativa de las vías aéreas al limitar la flexión en un paciente cuya posición o estado de conciencia amenazan la permeabilidad de las mismas.
- Alivia la tensión sobre la parte basal del cráneo y las vértebras cervicales cuando estas estructuras han sido lesionadas.
- El collar bien colocado proporciona un grado de tracción importante en el paciente sentado y ayuda a mantener la alineación en el paciente puesto en posición supina.



***El collar cervical impide movimientos de flexión, extensión y rotación pero no de movimientos laterales lo que se logra solo con los inmovilizadores en tabla larga.***

- d) Este dispositivo alerta de antemano al personal hospitalario sobre la posibilidad de una lesión a nivel de la base del cráneo y la columna cervical.

### **Anatomía y collar cervical.**

El soporte para la base del collar tanto en los bicamerales como en los unicamerales es el mismo es decir los músculos trapecio por detrás y las clavículas por delante.

Estas estructuras de soporte representan un sistema de cuatro puntos de apoyo aunque difieren en lo que respecta al modo de contacto a nivel de la cabeza.

El collar cervical es el primer dispositivo empleado pero su efectividad se logra en combinación con los otros elementos destinados para el mismo propósito.



El brigadista debe tener en cuenta al momento de colocar el collar cervical algunas circunstancias que pueden ser contraproducentes o dificultosas, como ser la presencia de un ostoma traqueal, aunque hay collares que tienen taponos extraíbles de 5 cm para este tipo de patologías.

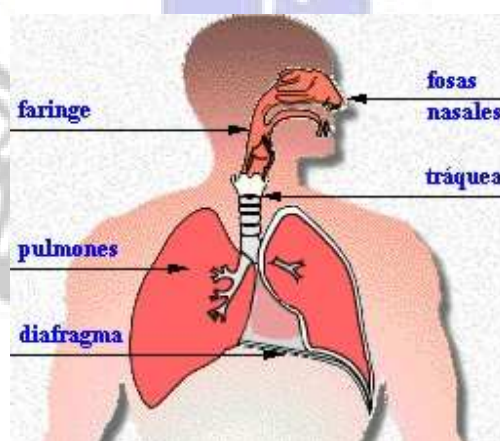
Otra circunstancia que podría contraindicar el uso del collar cervical es la luxación cervical con angulación fija donde el brigadista debe tratar de implementar un dispositivo de inmovilización con elementos disponibles ej. Mantas o cobertores y cintas.

La presencia de un edema masivo en la región cervical como consecuencia secundaria a una lesión traqueal o hemorragia puede producir un efecto compresivo e impedir el intercambio de aire, disminuir la perfusión cerebral o incrementar la presión intracraneana.

Además de lo descrito otros factores como objetos clavados en el cuello Ej. Cuchillos, vidrios o palos serán obstáculos para la colocación de un collar cervical.

**∞“La capacidad de adaptarse a cada situación, es una característica propia que refleja la capacitación, experiencia y entrenamiento de los brigadistas”.**

## **B ventilación**



### **1. FOSAS NASALES**

Es la parte inicial del aparato respiratorio, en ella el aire inspirado antes de ponerse en contacto con el delicado tejido de los pulmones debe ser purificado de partículas de polvo, calentado y humidificado.

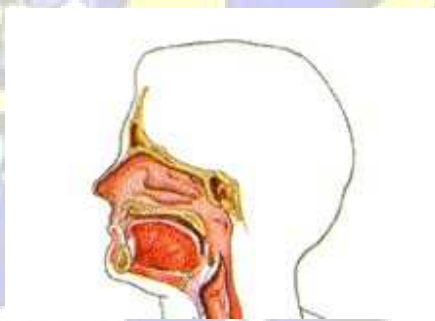
Las paredes de la cavidad junto con el septo y las 3 conchas, están tapizadas por la mucosa. La mucosa de la nariz contiene una serie de dispositivos para la elaboración del aire inspirado.

PRIMERO: Está cubierta de un epitelio vibrátil cuyos cilios constituyen un verdadero tapiz en el que se sedimenta el polvo y gracias a la vibración de los cilios en dirección a las coanas, el polvo sedimentado es expulsado al exterior.

SEGUNDO: La membrana contiene glándulas mucosas, cuya secreción envuelve las partículas de polvo facilitando su expulsión y humedecimiento del aire.

TERCERO: El tejido submucoso es muy rico en capilares venosos, los cuales en la concha inferior y en el borde inferior de la concha media constituyen plexos muy densos, cuya misión es el calentamiento y la regulación de la columna de aire que pasa a través de la nariz. Estos dispositivos descritos están destinados a la elaboración mecánica del aire, por lo que se denomina **REGIÓN RESPIRATORIA**.

En la parte superior de la cavidad nasal a nivel de la concha superior, existe un dispositivo para el control del aire inspirado, formando el órgano del olfato y por eso esta parte interna de la nariz se denomina **REGIÓN OLFATORIA**; en ella se encuentran las terminaciones nerviosas periféricas del nervio olfatorio, las células olfatorias que constituyen el receptor del analizador olfatorio.



## 2. FARINGE

Es la parte del tubo digestivo y de las vías respiratorias que forma el eslabón entre las cavidades nasal y bucal por un lado, y el esófago y la laringe por otro. Se extiende desde la base del cráneo hasta el nivel de las VI - VII vértebras cervicales.

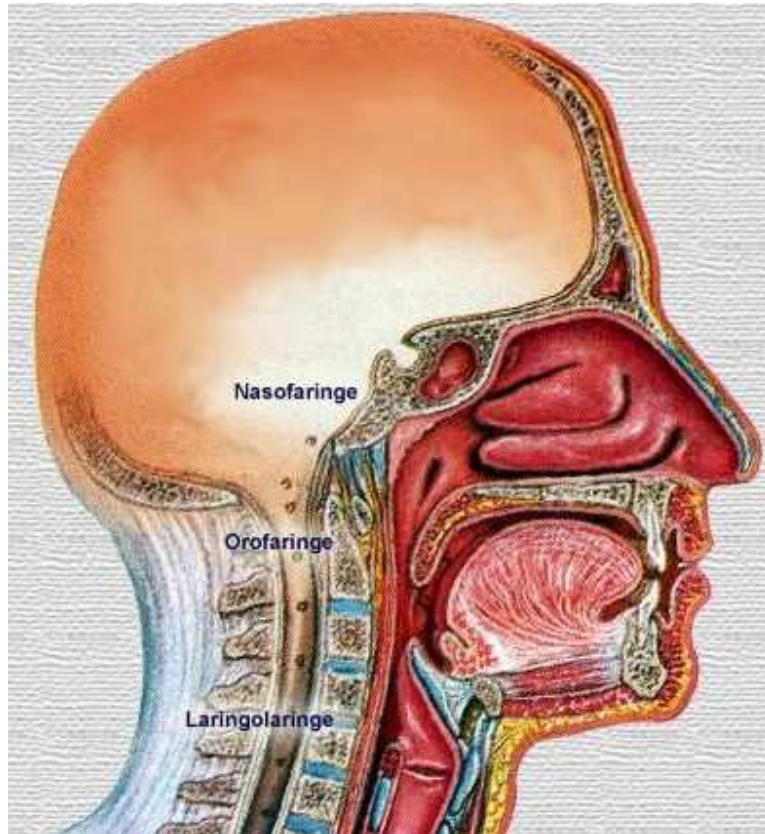
Esta dividida en 3 partes:

1. Porción nasal o rinofaringe.
2. Porción oral u orofaringe.
3. Porción laríngea o laringofaringe.

**PORCION NASAL**: Desde el punto de vista funcional, es estrictamente respiratorio; a diferencia de las otras porciones sus paredes no se deprimen, ya que son inmóviles. La pared anterior está ocupada por las coanas. Está tapizada por una membrana mucosa rica en estructuras linfáticas que sirve de mecanismo de defensa contra la infección.

**PORCION ORAL**: Es la parte media de la faringe. Tiene función mixta, ya que en ella se cruzan las vías respiratorias y digestivas. Cobra importancia desde el punto de vista respiratorio ya que puede ser ocluida por la lengua o secreciones, provocando asfixia.

**PORCION LARINGEA:** Segmento inferior de la faringe, situado por detrás de la laringe, extendiéndose desde la entrada a esta última hasta la entrada al esófago. Excepto durante la deglución, las paredes anterior y posterior de este segmento, están aplicadas una a la otra, separándose únicamente para el paso de los alimentos.



### 3. LARINGE:

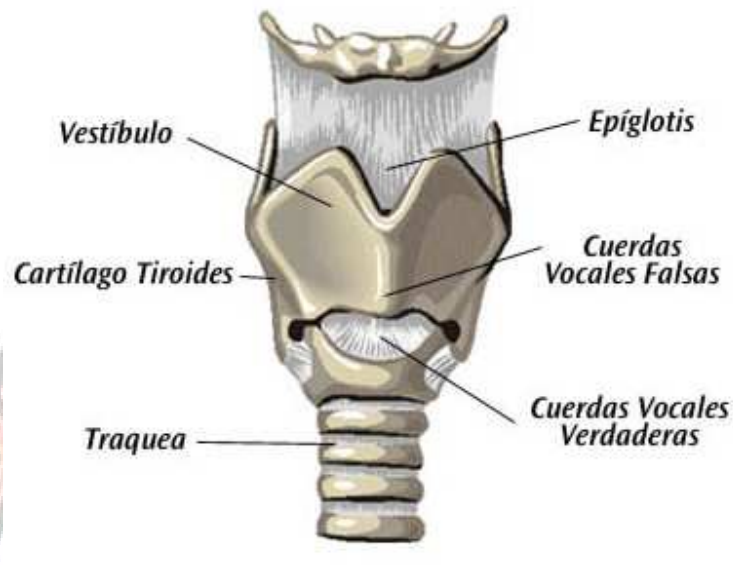
Es un órgano impar, situado en la región del cuello a nivel de las IV, V y VI vértebras cervicales. Por detrás de la laringe se encuentra la faringe, con la que se comunica directamente a través del orificio de entrada en la laringe, el ADITO DE LA LARINGE, por debajo continúa con la tráquea.

Esta constituido por una armazón de cartílagos articulados entre sí y unidos por músculos y membranas. Los principales cartílagos son 5:

- Tiroide.
- Epiglotis.
- Aritenoideos (2).

A la entrada de la laringe se encuentra un espacio limitado que recibe el nombre de GLOTIS. Cerrando la glotis se encuentra un cartílago en forma de lengüeta que recibe el nombre de EPI-GLOTIS y que evita el paso de líquidos y alimentos al aparato respiratorio durante la deglución y el vómito, si permanece abierto se produce la bronco aspiración.

La laringe en su interior presenta un estrechamiento, producido por 4 repliegues, dos a cada lado, denominándose cuerdas vocales superiores e inferiores, encargadas de la fonación.



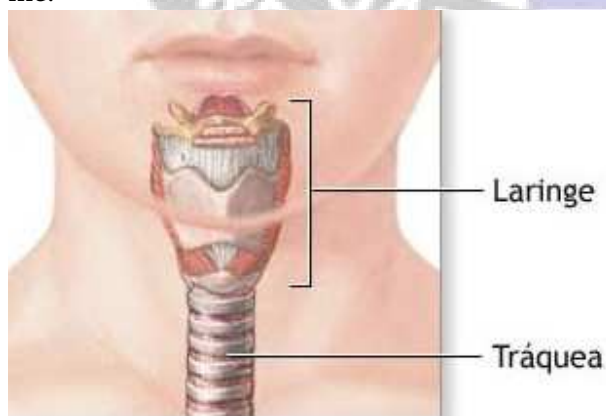
#### 4. TRAQUEA:

Es la prolongación de la laringe que se inicia a nivel del borde inferior de la VI vértebra cervical y termina a nivel del borde superior de la V vértebra torácica, donde se bifurca, en el mediastino, en los dos bronquios.

Aproximadamente la mitad de la tráquea se encuentra en el cuello mientras que el resto es intratorácico. Consta de 16 a 20 anillos cartilaginosos incompletos (cartílagos traqueales) unidos entre sí por un ligamento fibroso denominándose ligamentos anulares. La pared membranosa posterior de la tráquea es aplanada y contiene fascículos de tejido muscular liso de dirección transversal y longitudinal que aseguran los movimientos activos de la tráquea durante la respiración, tos, etc.

La mucosa está tapizada por un epitelio vibrátil o cilios (excepto en los pliegues vocales y región de la cara posterior de la epiglotis) que se encuentra en movimiento constante para hacer ascender o expulsar las secreciones o cuerpos extraños que puedan penetrar en las vías aéreas.

El movimiento ciliar es capaz de movilizar grandes cantidades de material pero no lo puede realizar sin una cubierta de mucus. Si la secreción de mucus es insuficiente por el uso de atropina o el paciente respira gases secos, el movimiento ciliar se detiene. Un  $\text{pH} < 6.4$  o  $> 8.0$  lo suprime.





## 5. BRONQUIOS Y SUS RAMIFICACIONES:

A nivel de la IV vértebra torácica la tráquea se divide en los bronquios principales, derecho e izquierdo. El lugar de la división de la tráquea en dos bronquios recibe el nombre de bifurcación traqueal. La parte interna del lugar de la bifurcación presenta un saliente semilunar penetrante en la tráquea, la CARINA TRAQUEAL.

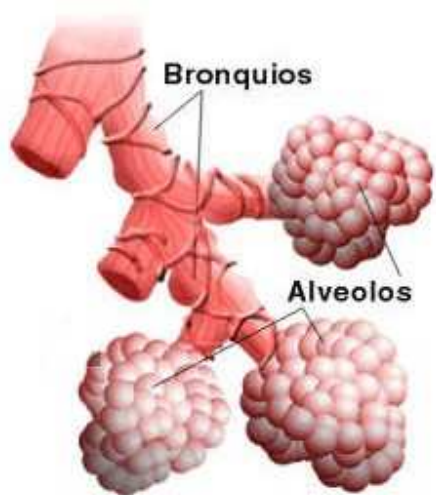
Los bronquios se dirigen asimétricamente hacia los lados, el bronquio derecho es más corto (3 cm), pero más ancho y se aleja de la tráquea casi en ángulo obtuso, el bronquio izquierdo es más largo (4 - 5 cm), más estrecho y más horizontal. Lo que explica que los cuerpos extraños, tubos endotraqueales y sondas de aspiración tiendan a ubicarse más frecuentemente en el bronquio principal derecho. En los niños menores de 3 años el ángulo que forman los dos bronquios principales en la Carina, es igual en ambos lados.

El número de cartílagos del bronquio derecho es de 6 a 8 y el bronquio izquierdo de 9 a 12. Los cartílagos se unen entre sí mediante los ligamentos anulares traqueales.

Al llegar los bronquios a los pulmones, penetran en ellos por el HILIO PULMONAR, acompañando de vasos sanguíneos, linfáticos y nervios, iniciando su ramificación. El bronquio derecho se divide en 3 ramas ( superior, media e inferior), mientras que el izquierdo se divide en 2 ramas (superior e inferior).

En el interior de los pulmones cada una de estas ramas se divide en bronquios de menos calibre, dando lugar a los llamados BRONQUIOLOS, que se subdividen progresivamente en BRONQUIOLOS de 1ero, 2do y 3er orden, finalizando en el bronquiolo terminal, bronquiolo respiratorio, conducto alveolar, sacos alveolares y atrios.

A medida de la ramificación de los bronquios va cambiando la estructura de sus paredes. Las primeras 11 generaciones tienen cartílagos como soporte principal de su pared, mientras que las generaciones siguientes carecen de él.



## 6. PULMONES:

El pulmón es un órgano par, rodeado por la pleura.

El espacio que queda entre ambos recesos pleurales, se denomina MEDIASTINO, ocupado por órganos importantes como el corazón, el timo y los grandes vasos.

Por otra parte el DIAFRAGMA es un músculo que separa a los pulmones de los órganos abdominales.

Cada pulmón tiene forma de un semicono irregular con una base dirigida hacia abajo y un ápice o vértice redondeado que por delante rebasa en 3 - 4 cm el nivel de la I costilla o en 2 - 3 cm el nivel de la clavícula, alcanzando por detrás el nivel de la VII vértebra cervical. En el ápice de los pulmones se observa un pequeño surco

(surco subclavicular), como resultado de la presión de la arteria subclavia que pasa por ese lugar.

En el pulmón se distinguen 3 caras:

- Cara diafragmática.
- Cara costal.

- Cara media (se encuentra el hilio del pulmón a través del cual penetra los bronquios y la arteria pulmonar, así como los nervios y salen las dos venas pulmonares y los vasos linfáticos, constituyendo en su conjunto la raíz del pulmón).

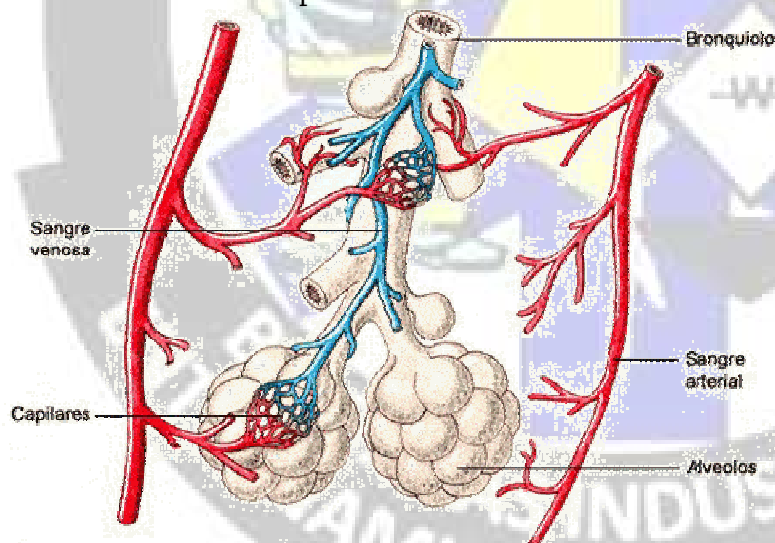


El pulmón derecho es más ancho que el izquierdo, pero un poco más corto y el pulmón izquierdo, en la porción inferior del borde anterior, presenta la incisura cardiaca.

Los pulmones se componen de lóbulos; el derecho tiene 3 (superior, medio e inferior) y el izquierdo tiene 2 (superior e inferior). Cada lóbulo pulmonar recibe una de las ramas bronquiales que se dividen en segmentos, los que a su vez están constituidos por infinidad de LOBULILLOS PULMONARES. A cada lobulillo pulmonar va a para un bronquiolo, que se divide en varias ramas y después de múltiples ramificaciones, termina en cavidades llamadas ALVEOLOS PULMONARES.

Los alvéolos constituyen la unidad terminal de la vía aérea y su función fundamental es el intercambio gaseoso. Tiene forma redondeada y su diámetro varía en la profundidad de la respiración.

Los alvéolos se comunican entre sí por intermedio de aberturas de 10 a 15 micras de diámetro en la pared alveolar que recibe el nombre de POROS DE KOHN y que tienen como función permitir una buena distribución de los gases entre los alvéolos, así como prevenir su colapso por oclusión de la vía aérea pulmonar.



Existen otras comunicaciones tubulares entre los bronquiolos distales y los alvéolos vecinos a él, que son los CANALES DE LAMBERT. Su papel en la ventilación colateral es importante tanto en la salud como en la enfermedad.

Existen diferentes características anatómicas que deben ser recordadas:

- El vértice pulmonar derecho se encuentra más alto que el izquierdo, al encontrarse el hígado debajo del pulmón derecho.
- En el lado derecho la arteria subclavia se encuentra por delante del vértice, mientras que en el izquierdo su porción es más medial.

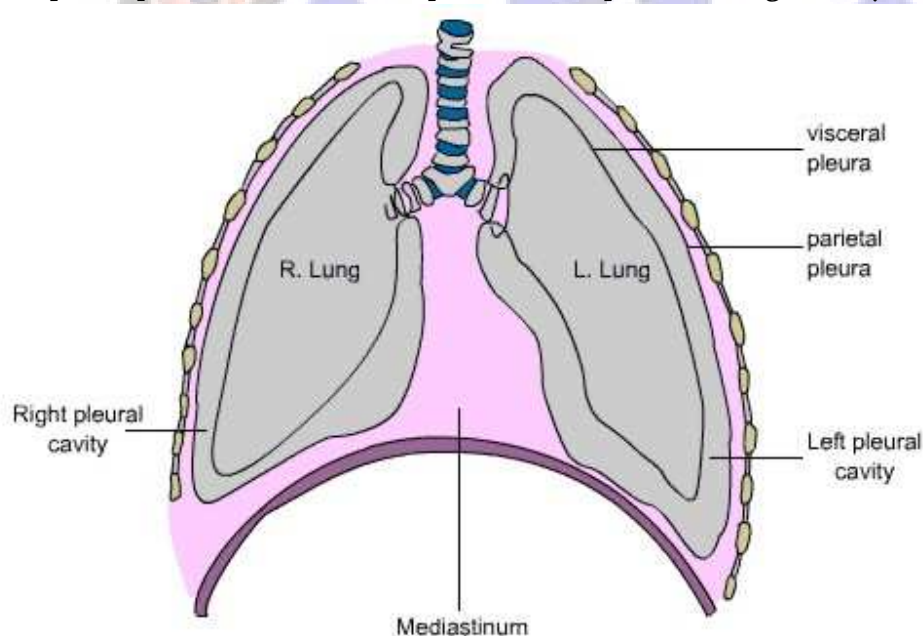
- El pulmón derecho es más corto y ancho que el izquierdo.
- El parénquima pulmonar carece de inervación sensitiva, por lo que muchos procesos pulmonares resultan silentes.

### PLEURA:

Representa una túnica serosa, brillante y lisa. Como toda serosa, posee 2 membranas, una que se adhiere íntimamente al pulmón (pleura visceral) y otra que reviste el interior de la cavidad torácica (pleura parietal). Entre ambas se forma una fisura (la cavidad pleural), ocupada por una pequeña cantidad de líquido pleural que actúa como lubricante y permite el deslizamiento de ambas hojas pleurales.

La pleura visceral carece de inervación sensitiva mientras que la parietal si posee inervación sensitiva, esto hace que los procesos que afectan a la pleura parietal sean extremadamente dolorosos.

La pleura parietal se divide en 3: pleura costal, pleura diafragmática y mediastínica.



### FISIOLOGÍA PULMONAR

La función principal del Aparato Respiratorio es la de aportar al organismo el suficiente oxígeno necesario para el metabolismo celular, así como eliminar el dióxido de carbono producido como consecuencia de ese mismo metabolismo.

El Aparato Respiratorio pone a disposición de la circulación pulmonar el oxígeno procedente de la atmósfera, y es el Aparato Circulatorio el que se encarga de su transporte (la mayor parte unido a la hemoglobina y una pequeña parte disuelto en el plasma) a todos los tejidos donde lo cede, recogiendo el dióxido de carbono para transportarlo a los pulmones donde éstos se encargarán de su expulsión al exterior.

El proceso de la respiración puede dividirse en cuatro etapas mecánicas principales:

1. **VENTILACIÓN PULMONAR:** significa entrada y salida de aire entre la atmósfera y los alvéolos pulmonares.

2. **PERFUSIÓN PULMONAR:** permite la difusión del oxígeno y dióxido de carbono entre alvéolos y sangre.
3. **TRANSPORTE:** de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre y líquidos corporales a las células y viceversa, debe realizarse con un gasto mínimo de energía.

### REGULACIÓN DE LA VENTILACIÓN

#### VENTILACIÓN PULMONAR.

Se denomina Ventilación pulmonar a la cantidad de aire que entra o sale del pulmón cada minuto. Si conocemos la cantidad de aire que entra en el pulmón en cada respiración (a esto se le denomina Volumen Corriente) y lo multiplicamos por la frecuencia respiratoria, tendremos el volumen / minuto.

Volumen minuto = Volumen corriente x Frecuencia respiratoria

#### PRESIONES NORMALES DE OXIGENO EN EL AIRE ATMOSFÉRICO

La presión se mide en varias unidades como: cm de agua, kilopascales, mmHg.

Si se toma como referencia el cm de agua, esto significa:

La presión que ejerce el agua en un cilindro que tiene un cm de alto sobre una superficie de un cm cuadrado = 1 cm de H<sub>2</sub>O.

La equivalencia en kilopascales (kpa) o mmHg es:

- 1 cm de H<sub>2</sub>O = 0.1 Kpa.
- 1 cm de H<sub>2</sub>O = 0.73 mmHg.

La presión atmosférica, también denominada presión barométrica (PB), oscila alrededor de 760 mmHg a nivel del mar. El aire atmosférico se compone de una mezcla de gases, los más importantes, el Oxígeno y el Nitrógeno.

Si sumamos las presiones parciales de todos los gases que forman el aire, obtendríamos la presión barométrica, es decir:

$$PB = PO_2 + PN_2 + P \text{ otros gases}$$

Si conocemos la concentración de un gas en el aire atmosférico, podemos conocer fácilmente a la presión en que se encuentra dicho gas en el aire. Como ejemplo vamos a suponer que la concentración de Oxígeno es del 21%.

La Fracción de O<sub>2</sub> (FO<sub>2</sub>) = 21% = 21/100 = 0,21  
(por cada unidad de aire, 0,21 parte corresponde al O<sub>2</sub>)

POR LO TANTO:

$$PO_2 = PB \times FO_2$$

$$PO_2 = 760 \text{ mmHg} \times 0,21 = 159,6 \text{ mmHg}$$

Si el resto del aire fuese Nitrógeno (N<sub>2</sub>), la fracción de este gas representaría el 79%. Así tendríamos:

$$PN_2 = PB \times FN_2$$

$$PN_2 = 760 \text{ mmHg} \times 0,79 = 600,4 \text{ mmHg}$$

Si tenemos en cuenta que el aire atmosférico está formado cuantitativamente por Oxígeno y Nitrógeno (el resto se encuentra en proporciones tan pequeñas que lo despreciamos), obtendríamos.

$$PO_2 + PN_2 = PB$$

$$159,6 \text{ mmHg} + 600,4 \text{ mmHg} = 760 \text{ mmHg}$$

Conforme nos elevamos del nivel del mar (por ejemplo la subida a una montaña), la presión barométrica va disminuyendo, y consecuentemente la presión de los diferentes gases que conforman el aire, entre ellos el  $O_2$ .

Recordemos que el  $O_2$  pasa de los alvéolos a los capilares pulmonares, y que el  $CO_2$  se traslada en sentido opuesto simplemente mediante el fenómeno físico de la difusión. El gas se dirige desde la región donde se encuentra más concentrado a otra de concentración más baja. Cuando la presión del  $O_2$  en los alvéolos desciende hasta cierto valor, la sangre no podrá enriquecerse lo bastante de  $O_2$  como para satisfacer las necesidades del organismo, y con ello la demanda de  $O_2$  del cerebro no estará suficientemente cubierta, con lo que aparece el llamado "Mal de montaña", con estados nauseosos, cefalalgia e ideas delirantes.

A los 11.000 metros de altura la presión del aire es tan baja que aun si se respirase oxígeno puro, no se podría obtener la suficiente presión de oxígeno y por tanto disminuiría el aporte del mismo a los capilares de forma tal que sería insuficiente para las demandas del organismo.

Es por esta causa que los aviones que se elevan sobre los 11.000 metros, van provistos de dispositivos que impulsan el aire al interior de la cabina de forma que se alcance una presión equivalente a la del nivel del mar, o sea 760 mmHg y es por esta misma causa que los enfermos respiratorios no deben vivir en lugares montañosos, donde está disminuida la presión atmosférica.

El aire entra en el pulmón durante la inspiración, y esto es posible porque se crea dentro de los alvéolos una presión inferior a la presión barométrica, y el aire como gas que es, se desplaza de las zonas de mayor presión hacia las zonas de menor presión. Durante la espiración, el aire sale del pulmón porque se crea en este caso una presión superior a la atmosférica gracias a la elasticidad pulmonar.

De todo el aire que entra en los pulmones en cada respiración, solo una parte llega a los alvéolos. Si consideramos un Volumen Corriente ( $V_c$ ) de 500 cc en una persona sana, aproximadamente 350 ml llegarán a los alvéolos y 150 ml se quedarán ocupando las vías aéreas. Al aire que llega a los alvéolos se le denomina VENTILACION ALVEOLAR, y es el que realmente toma parte en el intercambio gaseoso entre los capilares y los alvéolos.

Al aire que se queda en las vías aéreas, se le denomina VENTILACIÓN DEL ESPACIO MUERTO, nombre que le viene al no tomar parte en el intercambio gaseoso. A la ventilación alveolar también se denomina ventilación eficaz.

El espacio muerto se divide en:

1. **ESPACIO MUERTO ANATOMICO:** Se extiende desde las fosas nasales, pasando por la boca, hasta el bronquiolo terminal. El volumen de este espacio es de 150 ml (VD).
2. **ESPACIO MUERTO FISIOLOGICO:** Es igual al anatómico en el sujeto normal. Solo en condiciones patológicas (enfisema, etc.), es distinto al anatómico y comprende los alvéolos que están hiperinsuflados y el aire de los alvéolos están ventilados pero no perfundidos.
3. **ESPACIO MUERTO MECANICO:** Es aquel espacio que se agrega al anatómico producto de las conexiones de los equipos de ventilación artificial o de anestesia.

El espacio muerto puede aumentar con la edad por pérdida de elasticidad al igual que durante el ejercicio y disminuir cuando el individuo adopta el decúbito.

Aplicando la formula que ya conocemos, con una  $PB = 760$  mmHg, y una  $FO_2$  (Fracción de oxígeno) del 20,9 %, tenemos una  $PO_2$  atmosférico de 152 mmHg. Sin embargo cuando el aire penetra en las vías aéreas, se satura de vapor de agua que se desprende constantemente de

las mucosas de las vías aéreas. A una temperatura corporal de 37°C, este vapor de agua es un nuevo gas que tiene una presión constante de 47 mmHg. Como la presión dentro de las vías aéreas una vez que cesa el momento inspiratorio es igual a la presión barométrica, la adición de este nuevo gas hace descender proporcionalmente las presiones parciales de los otros gases (oxígeno y nitrógeno). La fórmula para hallar la presión del oxígeno en las vías aéreas será la siguiente:

- $PIO_2 = (PB - P \text{ vapor de agua}) \times FIO_2$
- $PIO_2 = (760 \text{ mmHg} - 47 \text{ mmHg}) \times 0,20,9$
- $PIO_2 = 149 \text{ mmHg}$
- $PIO_2 = \text{Presión inspirada de } O_2$
- $FIO_2 = \text{Fracción inspirada de } O_2$

### **MECÁNICA DE LA VENTILACIÓN PULMONAR**

En la respiración normal, tranquila, la contracción de los músculos respiratorios solo ocurre durante la inspiración (proceso activo) y la espiración es un proceso completamente pasivo, causado por el retroceso elástico de los pulmones y de las estructuras de la caja torácica.

En consecuencia, los músculos respiratorios normalmente solo trabajan para causar la inspiración y no la espiración. Los pulmones pueden dilatarse y contraerse por:

1. Por movimiento hacia arriba y abajo del diafragma, alargando o acortando la cavidad torácica.
2. Por elevación y depresión de las costillas, aumentando y disminuyendo el diámetro A - P de la misma cavidad.

#### **MÚSCULOS INSPIRATORIOS MÁS IMPORTANTES:**

- Diafragma
- Intercostales externos
- Esternocleidomastoidéo

#### **MÚSCULOS ESPIRATORIOS MÁS IMPORTANTES:**

- Abdominales
- Intercostales internos

#### **TENDENCIA DE LOS PULMONES AL REBOTE Y PRESION INTRA-PLEURAL:**

Los pulmones tienen tendencia elástica continua a estar en colapso y por tanto a apartarse de la pared torácica, esto está producido por 2 factores:

1. Numerosas fibras elásticas que se estiran al hincharse los pulmones y por tanto intentan acortarlos.
2. La tensión superficial del líquido que reviste los alvéolos también producen una tendencia elástica continua de estos para estar en colapso (es la más importante). Este efecto es producido por la atracción intermolecular entre las moléculas de superficie del líquido alveolar; esto es, cada molécula tira de la siguiente continuamente tratando de producir el colapso del pulmón. La tendencia total al colapso de los pulmones puede medirse por el grado de presión negativa en los espacios interpleurales necesarios para evitar el colapso pulmonar (presión intrapleural), que normalmente es de - 4 mmHg.

#### **SUSTANCIA TENSOACTIVA (SURFACTANTE)**

Hay células secretoras de agente tensoactivo que secretan la mezcla de lipoproteínas llamada así (Neumocitos Granulosos de tipo II), que son partes componentes del epitelio alveolar, cuando no existe esta sustancia, la expansión pulmonar es extremadamente difícil, dando

lugar a atelectasias y al Síndrome de la Membrana Hialina o Síndrome de Dificultad Respiratoria en el Recién Nacido, fundamentalmente si son prematuros. Esto evidencia la importancia del surfactante.

También es importante destacar el papel del surfactante para prevenir la acumulación de líquido en los alvéolos. La tensión superficial del líquido en los alvéolos no solo tiende a colapsarlos, sino también a llevar el líquido de la pared alveolar a su interior. Cuando hay cantidades adecuadas de tensoactivo los alvéolos se mantienen secos.

#### ADAPTABILIDAD PULMONAR (COMPLIANCE).

Es la facilidad con que los pulmones se dejan inflar en relación a la presión de inflación. Esto significa que cada vez que la presión alveolar aumenta en 1 cm de H<sub>2</sub>O, los pulmones se expanden 130 ml

#### FACTORES QUE CAUSAN DISTENSIBILIDAD ANORMAL:

- Estados que produzcan destrucción o cambios fibróticos o edematosos de tejido pulmonar o que bloquee los alveolos.
- Anormalidades que reduzca la expansibilidad de la caja torácica (xifosis, escoliosis intensa) y otros procesos limitantes (pleuritis fibrótica o músculos paralizados y fibróticos, etc.).

#### VOLÚMENES PULMONARES:

Para facilitar la descripción de los acontecimientos durante la ventilación pulmonar, el aire en los pulmones se ha subdividido en diversos puntos del esquema en 4 volúmenes diferentes y 4 capacidades diferentes:

- VOLUMEN CORRIENTE (V<sub>t</sub>) O VOLUMEN TIDAL: es el volumen de aire inspirado o espirado durante cada ciclo respiratorio, su valor normal oscila entre 500 - 600 ml en el varón adulto promedio. Su calculo se logra multiplicando un valor en mililitros que oscila entre 5 - 8 por los Kg. de peso.
- VOLUMEN DE RESERVA INSPIRATORIA (VRI): volumen de aire máximo que puede ser inspirado después de una inspiración normal.
- VOLUMEN DE RESERVA EXPIRATORIA (VRE): volumen de aire máximo que puede ser espirado en espiración forzada después del final de una espiración normal.
- VOLUMEN RESIDUAL (VR): volumen de aire que permanece en el pulmón después de una espiración máxima.

#### CAPACIDADES PULMONARES:

- CAPACIDAD VITAL (CV): equivale al VRI + VT + VRE.
- CAPACIDAD INSPIRATORIA (CI): equivale al VT + VRI. Esta es la cantidad de aire que una persona puede respirar comenzando en el nivel de espiración normal y distendiendo sus pulmones a máxima capacidad.
- CAPACIDAD FUNCIONAL RESIDUAL (CFR): equivale al VRE + VR. Es la cantidad de aire que permanece en los pulmones al final de una espiración normal.
- CAPACIDAD PULMONAR TOTAL (CPT): es el volumen máximo al que pueden ampliar los pulmones con el mayor esfuerzo inspiratorio posible, es igual a CV + VR.

#### PERFUSIÓN PULMONAR O RIEGO SANGUÍNEO PULMONAR.

Se denomina así al riego sanguíneo pulmonar. La circulación pulmonar se inicia en el VENTRÍCULO DERECHO, donde nace la Arteria Pulmonar. Esta arteria se divide en dos ramas pulmonares, cada una de ellas se dirige hacia un pulmón. Estas ramas pulmonares se van dividiendo a su vez en ramas más pequeñas para formar finalmente el lecho capilar que rodea a los alvéolos, siendo éste en su comienzo arterial y luego venoso. Del lecho venoso parte la circulación venosa que termina en las cuatro venas pulmonares, las cuales desembocan en la Aurícula Izquierda.

A continuación veremos la presión en que se encuentran el  $O_2$  y el  $CO_2$  en la sangre en los distintos compartimentos:

**SISTEMA VENOSO:** ( $P_{O_2}$ : 40 mmHg,  $P_{CO_2}$ : 45 mmHg)

Cuando esta sangre se pone en contacto con el alvéolo, como en éste las presiones de oxígeno son más elevadas ( $PAO_2 = 109$  mmHg) el  $O_2$  pasa desde el espacio alveolar al capilar intentando igualar las presiones. Simultáneamente ocurre lo contrario con el  $CO_2$ , siendo la presión mayor en la sangre venosa, tiende a pasar al alvéolo para compensar las presiones.

**CAPILAR VENOSO ALVEOLAR:** ( $P_{O_2}$ : 109 mmHg,  $P_{CO_2}$ : 40 mmHg).

Como quiera que el Aparato Respiratorio no es totalmente "perfecto", existe territorios en él en que determinado número de capilares no se pone en contacto con los alvéolos, y esto hace que la sangre pase directamente con las mismas presiones con las que llegó al pulmón hasta el ventrículo izquierdo, y aquí se mezclará toda la sangre, aquella que ha podido ser bien oxigenada y aquella otra que por múltiples razones no se ha enriquecido adecuadamente de  $O_2$ . Entonces, en la gasometría que realizamos a cualquier arteria sistémica, la  $PO_2$  es inferior a la considerada a la salida de la sangre del territorio capilar pulmonar, por ser la media de las presiones de todos los capilares pulmonares, lo que conforma las presiones arteriales sistémicas. Por tanto podemos considerar una gasometría arterial normal a la que cumpla con las siguientes presiones y Ph:

- Ph ..... entre ..... 7,35 y 7,45
- $PO_2$  ..... entre ..... 85 y 100 mmHg.
- $PCO_2$  ..... entre ..... 35 y 45 mmHg.

Es importante señalar que al contrario de la circulación sistémica, las presiones existentes en la circulación pulmonar son más bajas, por lo que también es considerada como un CIRCUITO DE BAJAS PRESIONES, ya que el ventrículo derecho no necesita elevar sus presiones para enviar la sangre más allá de los hilios pulmonares.

Cuando la presión arterial pulmonar sistólica excede de 30 mmHg y la presión media de la arteria pulmonar es superior a 15 mmHg, estamos en presencia de un estado de HIPERTENSION PULMONAR. Estas mediciones se hacen mediante el cateterismo, en ausencia de este, el único indicador es el reconocimiento clínico.

### **DISTRIBUCION DE LA VENTILACION PULMONAR:**

La ventilación alveolar también sufre irregularidades en su distribución en las distintas zonas del pulmón debido a la acción de la gravedad, por lo que el mayor peso del órgano recae sobre sus porciones basales, condicionando una disminución de la presión negativa intrapleurales a ese nivel, lo que provoca el hecho que en reposo, los alvéolos de la zona basal del pulmón estén reducidos de tamaño.



No obstante, durante la inspiración, estos reciben mayor aereación debido a las características especiales de la dinámica respiratoria, pero de todas formas las diferencias son más evidentes en relación a la perfusión.

### **DISTRIBUCIÓN DE LA PERFUSIÓN PULMONAR:**

Como en condiciones normales el ventrículo derecho solo necesita bajas presiones para expulsar un gran volumen de sangre a corta distancia, la distribución de la misma no es uniforme y esa irregularidad está relacionada con la posición del sujeto, el volumen minuto del ventrículo derecho y la resistencia que pueden ofrecer los vasos en determinadas áreas del pulmón.

Los factores hidrostáticos juegan un papel importante y así, cuando el individuo está en posición erecta, las presiones en los vértices pulmonares serán menores, es decir, que la perfusión aquí está disminuida; sin embargo, en las zonas medias ( a nivel de los hilios pulmonares) la sangre llega a los capilares con la misma presión que tiene la arteria pulmonar, mientras que en las bases ocurre un fenómeno inverso a las zonas apicales, pues las presiones de la arteria pulmonar, se ve potencializada por la acción de la gravedad y sus efectos se suman, es decir, que la perfusión en la parte baja del pulmón está aumentada.

### **RELACIÓN VENTILACIÓN - PERFUSIÓN NORMAL (VA/Q):**

Ya hemos visto la forma en que llega el aire a los pulmones con el fin de que los alvéolos estén bien ventilados pero no basta con esto, es necesario que el parénquima pulmonar disfrute de una buena perfusión para lograr una buena oxigenación de los tejidos.

Así pues es necesario que los alvéolos bien ventilados dispongan de una buena perfusión, y los alvéolos bien perfundidos dispongan de una buena ventilación. A esto se le denomina relación ventilación-perfusión normal.

Si no existiera diferencia entre ventilación alveolar (VA) y perfusión (Q), es decir, si todos los alvéolos fueran equitativamente ventilados y perfundidos, el intercambio de gases sería igual a 1, pero las alteraciones que se señalarán modificarán este resultado.

Si tenemos en cuenta que en el individuo en posición erecta los alvéolos apicales se encuentran a unos 10 cm por encima del hilio pulmonar, sabremos que en ellas la presión media (PM) de la sangre será 10 cm de H<sub>2</sub>O menor que la PM de la arteria pulmonar, pues será la presión consumida en su ascenso vertical hacia el vértice pulmonar, es decir, que si a nivel de la arteria pulmonar la PM es de 20 cm de H<sub>2</sub>O (aproximadamente 15 mmHg), a nivel del capilar apical la PM será de 10 cm de H<sub>2</sub>O, sin embargo aunque el riego sanguíneo en esta zona es menor, estos alvéolos son precisamente de mayor tamaño (más ventilados que perfundidos), lo que condiciona que una parte del aire alveolar no entre en contacto con el capilar pulmonar, creándose un incremento del espacio muerto fisiológico, aquí la VA/Q será >1.

A nivel de la zona media del pulmón, la situación es diferente, donde se logra un equilibrio perfecto de VA/Q pues en ella el intercambio gaseoso es normal (los alvéolos son también ventilados como perfundidos) y la relación VA/Q =1.

Y a nivel de los segmentos basales, por haber un mayor aporte de sangre y por efecto de la gravedad, las presiones sanguíneas aumentan en unos 10 cm de H<sub>2</sub>O por encima de la presión media de la arteria pulmonar, es decir que en estos segmentos la perfusión es mayor y las presiones de la sangre a nivel capilar podrá alcanzar unos 30 cm de H<sub>2</sub>O y aunque los alv-

éolos son más ventilados que en el resto del pulmón, no son aereados en correspondencia con el aumento de la perfusión (son menos ventilados que perfundidos), por tanto la relación VA/Q será  $<1$ , por lo que la ventilación de los alvéolos basales es insuficiente para el volumen de sangre que atraviesan sus capilares y por este motivo, parte de ella queda sin intercambiar gases con el aire alveolar.

A este fenómeno se le denomina SHUNT INTRAPULMONAR o CORTOCIR-CUITO PULMONAR, es decir, que en condiciones normales, una pequeña parte de la sangre que llega a la aurícula izquierda, después de haber atravesado los pulmones, no va totalmente saturada de oxígeno.

En decúbito estas irregularidades son menos intensas pues, aunque la perfusión sea mayor en las zonas posteriores de todo el pulmón, la distancia en altura para que la sangre alcance los capilares de la zona anterior, será menor y por tanto será mejor irrigada.

### **DIFUSIÓN PULMONAR:**

Se denomina de tal forma al paso de gases a través de la membrana alveolo-capilar desde las zonas de mayor concentración de gases a la de menor. Esta membrana recibe el nombre de UNIDAD FUNCIONAL RESPIRATORIA.

El proceso de difusión está favorecido por las características anátomo-funcionales del tejido pulmonar.

- El capilar está en íntimo contacto con la pared alveolar reduciendo al mínimo el tejido intersticial.
- Los capilares forman una red muy amplia que rodea totalmente el alvéolo, por lo que algunos autores lo identifican como una verdadera película de sangre que lo recubre.
- El paso de la sangre por la pared alveolar dura el tiempo necesario para que la transferencia de gases resulte efectiva.
- La membrana pulmonar es lo suficientemente delgada como para que sea fácilmente atravesada por los gases.

En condiciones normales, esta membrana es tan delgada que no es obstáculo para el intercambio, los glóbulos rojos a su paso por la zona del capilar en contacto con el alvéolo, lo hacen de uno en uno debido a la extrema delgadez del capilar, y antes que haya sobrepasado el primer tercio de este territorio, ya se ha realizado perfectamente el intercambio gaseoso, pero en algunas enfermedades pulmonares como el SDRA, esta membrana se altera y dificulta el paso de gases, por tanto los trastornos de la difusión son otra causa de hipoxemias.

### **FACTORES QUE AFECTAN LA DIFUSION A TRAVES DE LA MEMBRANA RESPIRATORIA:**

1. **ESPESOR DE LA MEMBRANA:** puede ser afectado por la presencia de líquido (edema) en el espacio alveolar o intersticial. También se afecta por fibrosis pulmonar. La rapidez de difusión a través de la membrana, será inversamente proporcional al espesor de la misma.
2. **SUPERFICIE DE LA MEMBRANA:** puede estar disminuida como ocurre en el enfisema, donde la ruptura de tabiques alveolares condicionan bulas que se comportan como grandes cavidades mucho más amplia que los alvéolos, pero con reducción del área de membrana.
3. **COEFICIENTE DE DIFUSION DEL GAS:** para la transferencia de cada gas depende de la solubilidad de cada uno de ellos y de su peso molecular. La capacidad de difusión de la

membrana respiratoria es similar a la del agua, por tanto el CO<sub>2</sub> es 20 veces más difusible que el O<sub>2</sub> y este 2 veces más rápido que el N<sub>2</sub>. La lesión progresiva de la membrana se traduce por disminución de la capacidad de transportar O<sub>2</sub> hacia la sangre, constituyendo un problema mayor que la capacidad menor de transportar CO<sub>2</sub> hacia el alvéolo.

4. GRADIENTE DE PRESIONES ENTRE LOS GASES EXISTENTES A AMBOS LADOS DE LA MEMBRANA: La presión parcial está determinada por el número de moléculas que chocan contra la superficie de la membrana a ambos lados de ella, lo que significa la tendencia de cada gas de atravesar la membrana. Los gases siempre se trasladarán de la zona de mayor presión a la de menor presión. La difusión se establece en virtud de los gradientes de presiones, es decir, de las distintas concentraciones de los gases según los diferentes sitios, proporcionando su movimiento desde las zonas de mayor concentración a las de menor concentración.

#### **TRANSPORTE DE OXIGENO:**

Hasta ahora hemos recordado los caminos que recorre el O<sub>2</sub> para llegar desde el aire atmosférico hasta los capilares pulmonares. Pues bien ya en la sangre, el oxígeno en su mayor parte va unido a la Hemoglobina (porción hem) en forma de oxihemoglobina y una parte mínima va disuelto en el plasma sanguíneo. Por esta razón la cantidad de hemoglobina es un factor muy importante a tener en cuenta para saber si el enfermo está recibiendo una cantidad de oxígeno suficiente para su metabolismo tisular.

Por este motivo, un paciente puede tener una gasometría normal, pero si presenta una anemia importante (disminuye el número de transportadores del O<sub>2</sub>), la cantidad de O<sub>2</sub> que reciben sus tejidos no es suficiente.

Por ejemplo, 1g de Hb puede combinarse químicamente o asociarse con 1.39 ml de O<sub>2</sub>, por lo que en 100 ml de sangre, que contiene 15g de Hb, esta puede combinarse químicamente con 20 ml de O<sub>2</sub>, aunque esto dependerá de la presión parcial del O<sub>2</sub> en la sangre. Los tejidos consumen 5 ml por 100ml, por lo que para un volumen sanguíneo de 5 l se consumirán 250 ml de O<sub>2</sub> aproximadamente. Si el total de O<sub>2</sub> de la sangre es de 1000 ml, en caso de paro cardíaco, este será consumido en solo 4 min, por lo que solo tenemos ese margen para restablecer la circulación sin que quede daño cerebral, lógicamente en dependencia con el estado previo del paciente.

Otro factor a tener en cuenta es la función cardíaca. Si existe una insuficiencia cardíaca, la corriente sanguínea se va a tornar lenta, se formarán zonas edematosas y con ello el oxígeno que llegará a los tejidos será posiblemente insuficiente para el adecuado metabolismo tisular.

En resumen, para que el oxígeno llegue en cantidad suficiente a los tejidos, se tienen que dar tres condiciones indispensables:

- a. Normal funcionamiento pulmonar
- b. Cantidad normal de hemoglobina en la sangre
- c. Normal funcionamiento del corazón y circulación vascular

Cualquier alteración en una de estas condiciones, va a poner en marcha un intento de compensación por parte de las demás, así una disminución de la hemoglobina se intentará compensar con un aumento de la frecuencia cardíaca y respiratoria, etc.

Existen otras muchas causas que dificultan un transporte adecuado de oxígeno, pero las citadas anteriormente son las más importantes.

**TRANSPORTE DE CO<sub>2</sub>:**

En condiciones de reposo normal se transportan de los tejidos a los pulmones con cada 100 ml de sangre 4 ml de CO<sub>2</sub>. El CO<sub>2</sub> se transporta en la sangre de 3 formas:

1. Disuelto en el plasma.
2. E forma de Carbaminohemoglobina.
3. Como bicarbonato.

**REGULACIÓN DE LA RESPIRACIÓN:**

El sistema nervioso ajusta el ritmo de ventilación alveolar casi exactamente a las necesidades del cuerpo, de manera que la presión sanguínea de oxígeno (Po<sub>2</sub>) y la de dióxido de carbono (Pco<sub>2</sub>) difícilmente se modifica durante un ejercicio intenso o en situaciones de alarma respiratoria, estos mecanismos de regulación son el NERVIOSO (CENTRO RESPIRATORIO) y el QUIMICO.

**CENTRO RESPIRATORIO:**

Compuesto por varios grupos muy dispersos de neuronas localizadas de manera bilateral en el bulbo raquídeo y la protuberancia anular.

Se divide en 3 acúmulos principales de neuronas:

1. GRUPO RESPIRATORIO DORSAL: Localizado en la porción dorsal del bulbo, que produce principalmente la inspiración (función fundamental).
2. GRUPO RESPIRATORIO VENTRAL: Localizado en la porción ventrolateral del bulbo, que puede producir espiración o inspiración según las neuronas del grupo que estimulen.
3. CENTRO NEUMOTÁXICO: Localizado en ubicación dorsal en la parte superior de protuberancia, que ayuda a regular tanto la frecuencia como el patrón de la respiración.

En los pulmones existen receptores que perciben la distensión y la compresión; algunos se hayan localizados en la pleura visceral, otros en los bronquios, bronquiolos e incluso en los alvéolos. Cuando los pulmones se distienden los receptores transmiten impulsos hacia los nervios vagos y desde éstos hasta el centro respiratorio, donde inhiben la respiración. Este reflejo se denomina reflejo de HERING - BREUER y también incrementa la frecuencia respiratoria a causa de la reducción del período de la inspiración, como ocurre con las señales del centro neumotáxico.

Sin embargo este reflejo no suele activarse probablemente hasta que el volumen se vuelve mayor de 1.5 litros aproximadamente. Así pues, parece ser más bien un mecanismo protector para prevenir el hinchamiento pulmonar excesivo en vez de un ingrediente importante de la regulación normal de la ventilación.

**REGULACIÓN QUÍMICA:**

El objetivo final de la respiración es conservar las concentraciones adecuadas de oxígeno, dióxido de carbono e hidrógeno en los líquidos del organismo.

El exceso de CO<sub>2</sub> o de iones hidrógeno afecta la respiración principalmente por un efecto excitatorio directo en el centro respiratorio en sí, QUIMIORRECEPTOR CENTRAL, que determina una mayor intensidad de las señales inspiratorias y espiratorias a los músculos de la respiración. El aumento resultante de la ventilación aumenta la eliminación del CO<sub>2</sub> desde la

sangre, esto elimina también iones hidrógeno, porque la disminución del CO<sub>2</sub> disminuye también el ácido carbónico sanguíneo.

El O<sub>2</sub> no parece tener efecto directo importante en el centro respiratorio del cerebro para controlar la respiración.

Los QUIMIORRECEPTORES PERIFÉRICOS se encuentran localizados en los cuerpos carotídeo y aórtico, que a su vez transmiten señales neuronales apropiadas al centro respiratorio para controlar la respiración.

### **CAUSAS DE DEPRESIÓN DEL CENTRO RESPIRATORIO:**

1. Enfermedades cerebrovasculares.
2. Edema cerebral agudo.
3. Anestesia o narcóticos.

### **CIANOSIS CENTRAL Y CIANOSIS PERIFÉRICA:**

Es importante, diferenciar claramente los conceptos de cianosis central y cianosis periférica, porque diferentes son también las importantes decisiones terapéuticas, especialmente en los enfermos bajo VM.

Cianosis (del griego Kyanos = Azul) es la coloración azul de la mucosa y la piel, como consecuencia de un aumento de la hemoglobina reducida (no se encuentra combinada con el O<sub>2</sub>) por encima del valor absoluto de 5 gr por 100 ml, o lo que es lo mismo, cuando la cantidad de hemoglobina que transporta oxígeno ha disminuido considerablemente.

En el caso de la llamada CIANOSIS CENTRAL, la disminución del oxígeno que transporta la hemoglobina, se debe a enfermedad pulmonar o anomalías congénitas cardíacas (shunt anatómico, etc.), las extremidades suelen estar calientes y tienen buen pulso.

En el caso de CIANOSIS PERIFÉRICA, la hemoglobina se satura normalmente en el pulmón, pero la corriente circulatoria en la periferia es muy lenta o escasa, y suele ser secundaria a fenómenos locales como vasoconstricción por frío, oclusión arterial o venosa, disminución del gasto cardíaco, shock, etc. Las extremidades suelen estar frías y el pulso imperceptible o filiforme.

Tanto una como otra se observa mejor en las zonas distales del cuerpo (pies, manos, labios, pabellones auriculares, etc.), su significado es totalmente distinto y su confusión un grave error.

### **HIPOVENTILACIÓN e HIPERVENTILACIÓN:**

Estos son conceptos que deben quedar claros. Son conceptos gasométricos y no clínicos. La hipoventilación equivale a una ventilación pulmonar pobre, de forma tal que no se puede eliminar el suficiente CO<sub>2</sub>, lo cual conlleva a una acumulación del mismo y se traduce en una gasometría arterial donde la PCO<sub>2</sub> está por encima de 45 mmHg.

Hablamos de hiperventilación cuando la ventilación pulmonar es excesiva, de manera que se eliminan enormes cantidades de CO<sub>2</sub>, traducido gasométricamente en una disminución de la PCO<sub>2</sub> arterial por debajo de 35 mmHg.

Por lo tanto solo hablaremos de hiperventilación ó hipoventilación cuando obtengamos los resultados de la PCO<sub>2</sub> mediante una gasometría arterial, o la PET CO<sub>2</sub> (Presión Espiratoria Total del CO<sub>2</sub>), que mediante el capnógrafo, podemos obtener de forma incruenta en pacientes sometidos a la VM.

La taquipnea y la bradipnea son síntomas clínicos que con frecuencia se asocian a la hipoventilación e hiperventilación, pero no siempre es así.

### **PATOLOGÍA RESPIRATORIA**

La patología más frecuente en pediatría, es debido fundamentalmente a:

1. Patología por inmadurez pulmonar: Síndrome de distres respiratorio del recién nacido ó Membrana hialina.
2. Infecciones de las vías aéreas, tanto bajas como altas
3. Procesos inflamatorios de las vías aéreas, tanto bajas como altas
4. Síndrome de distres respiratorio del adulto.

## **CIRCULACION**

Gasto Cardiac:

También conocido: Débito cardíaco o Volumen minuto.

Se define: Volumen de sangre que expulsa cada ventrículo x min.

Su valor depende de dos factores:

- Frecuencia Cardíaca: Número de latidos o ciclos cardíacos.

Su Valor Es de 60 – 80 latidos por min. Su promedio es de 72 latidos por min.

Su Incremento es: TAQUICARDIA

Su Disminución es: BRADICARDIA.

- Volumen Sistólico o Volumen de Eyección:

Es la Cantidad de sangre que expulsa el ventrículo en cada ciclo cardíaco.

Su Valor : Es de 70 ml/latido.

Ciclo Cardíaco:

- ✓ Periodo en el cual se dan una serie de eventos rítmicos con la finalidad de impulsar la sangre hacia la circulación.
- ✓ Entre los eventos tenemos eléctricos, mecánicos y sonoros que ocurren durante un latido cardíaco completo.

#### ➤ EVENTOS QUE INCLUYEN EL CICLO CARDIACO:

- ✓ La despolarización y repolarización del miocardio.
- ✓ La contracción (sístole) y la relajación (diástole) de las diferentes cavidades cardíacas.
- ✓ El cierre y apertura de válvulas asociado y la producción de ruidos concomitantes.

#### FASES DEL CICLO CARDIACO:

- ✓ **Sístole:** los ventrículos eyectan la sangre hacia la circulación sistémica o pulmonar.

Se divide en dos fases:

- Contracción isovolumetrica
- Eyección

- ✓ **Diástole:** se llenan los ventrículos con la sangre proveniente de las aurículas.

Se dividen en dos fases:

- Relajación isovolumetrica
- Lenado

**SÍSTOLE:**➤ FASE DE CONTRACCIÓN ISOVOLUMÉTRICA:

- ✓ Los ventrículos se contraen aumentando su presión y cerrando las válvulas auriculo-ventriculares.

➤ FASE DE EXPULSIÓN

- ✓ Cuando la presión ventricular supera a la presión arterial las válvulas sigmoideas se abren y la sangre sale hacia las arterias lo cual hace que se dilaten sus paredes.

**DIÁSTOLE:**➤ RELAJACIÓN ISOVOLUMÉTRICA:

- ✓ Se inicia con el cierre de las válvulas sigmoideas a causa de una mayor presión en las arterias con respecto a la presión ventricular. Durante esta fase los ventrículos se relajan disminuyendo su presión hasta llegar a un momento en que su presión es menor a la presión auricular reiniciándose un nuevo ciclo.

➤ FASE DE LLENADO:

Comprende el pasaje de sangre de las aurículas hacia ventrículos el cual se dan en tres subfases:

1. Llenado rápido: se inicia con la apertura de las válvulas aurícula -ventriculares producto de una presión auricular mayor que la presión ventricular.
2. Llenado lento diastasis) : la sangre pasa directamente de las aurículas hacia los ventrículos.
3. Contracción auricular sístole auricular) : se contraen las aurículas y la sangre pasa hacia los ventrículos.

## ❖ Presión Arterial:

- ✓ Resistencia Periférica: La resistencia es la oposición que encuentra la sangre para fluir dentro de los vasos sanguíneos. La resistencia vascular sistémica (resistencia periférica total) se refiere a la resistencia que ofrecen los vasos sanguíneos periféricos. La mayor parte de esta resistencia se debe a las arteriolas, capilares y vénulas. Como el diámetro de las arterias y de las venas es grande, su resistencia es muy pequeña (cuanto menor sea el diámetro de un vaso, mayor será la resistencia de dicho vaso al paso de la sangre).

Una función principal de las arteriolas consiste en controlar la resistencia vascular sistémica (y, por tanto, regulan la presión arterial y el flujo sanguíneo de cada uno de los tejidos). A través de sus mecanismos de vasoconstricción y vasodilatación.



**Retorno Venoso:** Es el volumen de sangre que fluye por el sistema venoso de regreso hacia el corazón (hacia la aurícula derecha). Depende de la diferencia de presión existente entre las vénulas y la aurícula derecha

Fuerzas responsables:

- Sistema de bombeo del músculo esquelético
- Sistema de bombeo respiratorio

#### ❖ **Regulación de la Presión Arterial:**

##### ➤ **REGULACIÓN NERVIOSA:**

- ✓ **Receptores:** Captan información sensitiva. Pueden ser: Barorreceptores y Quimiorreceptores.
- ✓ **Centro Cardiovascular:** Es una región ubicada en el bulbo raquídeo del tronco encefálico. Conformado por: Grupo de neuronas.
- ✓ **Fibras Nerviosas Eferentes:** Transmiten los impulsos nervioso desde el centro cardiovascular hacia los efectores (Corazón y vasos sanguíneos).

- **REGULACIÓN HORMONAL:** Son varias las hormonas que intervienen en la regulación de la presión arterial y del flujo sanguíneo. Para ello, actúan sobre el corazón, alterando el diámetro de los vasos sanguíneos o ajustando el volumen sanguíneo total. Pueden ser:
  - Adrenalina y Noradrenalina: Provocan aumento de la presión arterial
  - Angiotensina ii y hormona antidiuretica (adh): Producen aumento de la presión arterial. Ambas hormonas Provocan vasoconstricción.



- Aldosterona: Provocan aumento de la presión Arterial al aumentar el volumen sanguíneo.
- Péptido natriurético auricular (pna): Disminuye la Presión arterial A través de 2 efectos: -Provoca Vasodilatacion Disminución del volumen sanguíneo.
- **REGULACIÓN HORMONAL:**

- El vaso sanguíneo, por si mismo, es capaz de regular el flujo sanguíneo para cubrir las necesidades particulares de los tejidos que irriga.
- En la mayoría de los tejidos del organismo, el oxígeno es el principal estímulo para la autorregulación.
- Las células endoteliales del vaso sanguíneo son las principales responsables de esta autorregulación ya que sintetizan y liberan factores vasoactivos con acción en el músculo liso del vaso sanguíneo.
- ❖ La Circulación: Nuestro corazón consiste de dos bombas, dispuestas uno junta a la otra. Que desplazan sangre por dos circuitos. Puede ser: Doble, cerrada y completa.

CIRCULACIÓN MENOR (PULMONAR): Se inicia en el ventrículo derecho por medio del tronco arterial pulmonar, luego recorre los pulmones y finaliza en la aurícula izquierda. Por medio de las venas pulmonares.

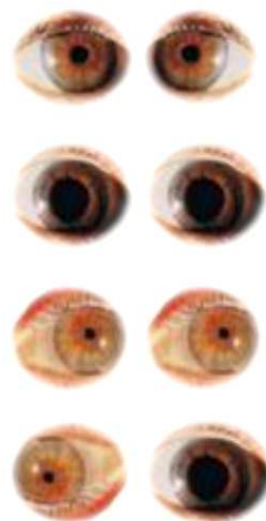
REGULACIÓN MAYOR (SISTEMICA): Se inicia en el ventrículo izquierdo por medio de la arteria aorta, luego la sangre fluye por todos los aparatos o sistemas, y finaliza en la aurícula derecha por medio de las venas cavas

## D

### **M.S.C X 4 y respuesta pupilar**

El brigadista le preguntara al paciente como se llama, que edad tiene si toma alguna medicación y que es lo que ocurrió. De acuerdo a las respuestas el brigadista podrá tener un buen dato sobre su estado de conciencia.

Valorizara la escala de Glasgow respuesta ocular, respuesta verbal y respuesta motora. La sigla **MSC x 4** significa **m** (motor) **s** (sensorial) y **c** (circulación) por los cuatro miembros dos brazos y dos piernas y corresponden a la letra "D" del "abcde" el brigadista toma la mano del paciente y le ordena a este que cierre fuerte la mano, luego el brigadista pondrá la mano en la parte superior de la planta del pie del paciente y le ordenara que empuje hacia afuera el brigadista opondrá resistencia con su mano y evaluara la función de la extremidad, lo pellizcara para ver la sensibilidad y sentirá con sus manos la temperatura de la



extremidad, apretara la punta de los dedos del paciente y observara el tiempo de retorno de la sangre denominado **llenado capilar**.

**Evaluación de pupilas:** permite determinar la posible existencia de: lesiones del cerebro las pupilas deben ser simétricas y responder adecuadamente al estímulo luminoso (contracción de ambas pupilas) una nemotecnia es la sigla PIRRL (Pupilas iguales, redondas, reactivas a la Luz). La diferencia de 1 mm de diámetro de una pupila con respecto a la otra podría sugerir algún tipo de lesión al cerebro, debe observarse que pupila se dilato primero lo que indicara que parte del cerebro esta afectada.

### **Pupilas su tamaño**

Mióticas: menos de 2 mm.

Midriáticas: más de 5 mm.

Medias: entre 2 y 5 mm.

### **Su reactividad**

Reactivas: miosis/ midriasis, ante estímulo de la luz.

Arreactivas: sin respuesta a la luz.

### **Su comparación**

Isocóricas: igual tamaño en ambas.

Anisocóricas: diferente tamaño.

Discóricas: amorfas.

**Reflejo consensual:** el rescatador coloca su mano de canto sobre la línea media de la cara apoyándola sobre la nariz entre los ojos, aplica un estímulo de luz sobre uno de los ojos y observara el ojo contralateral para ver si asimila la respuesta al estímulo.

### **E exposición y exanimación con control de hipotermia**

Cuando decimos exposición nos referimos a exponer la región afectada por un trauma, es decir remover la ropa de ese lugar a fin de poder ver efectivamente la zona afectada para luego poder examinarla siempre se cortara la ropa con elementos adecuados para tal fin por ej. Tijeras de trabajo pesado con punta roma a fin de no producir algún daño sobre la piel con la tijera, teniendo en cuenta que el paciente es un paciente traumatizado nunca se le quitara la ropa a tirones y tampoco se acomodara su cuerpo para poder quitarla produciendo inestabilidad o movimientos contraproducentes para la condición del paciente.

Es muy importante tener presente el genero de la victima, es decir, si el brigadista es varón y tiene que asistir a una mujer deberá llamar una testigo mujer que observe su procedimiento deberá explicar los pasos que tiene que hacer por adelantado y le solicitara la autorización a su paciente para poder realizarlo, igual será en caso contrario brigadista mujer atiende a paciente varón.

Siempre se tratara de preservar la intimidad del paciente tanto mujer como hombre tratando de realizar este procedimiento arriba de una ambulancia o en algún box cerrado, además de cuidar la intimidad de la victima al estar en un lugar cerrado estamos evitando el riesgo de hipotermia que puede ser tan o mas peligroso que la patología previa en si.

Es muy importante que todos los detalles se guarden y que todos los procedimientos efectuados al paciente queden asentados ya que pueden ayudar en caso de una investigación de carácter policial por un lado y a los médicos por el otro. **Recuerde todo lo que ingresa en el campo pre-hospitalario, sale en el hospital y todo lo que sale en el campo prehospitalario ingresa en el hospital, todo lo que no se asienta en un parte prehospitalario nunca se realizo.**

## Botiquín de Primeros Auxilios.

Debe ser una caja de madera o plástico aunque esta última es mejor debido a que el plástico no absorbe humedad ambiente, su tamaño y elementos específicos dependerán de la capacidad para lo que se haya dotado con respecto a las cantidades de personas que podrían llegar a utilizarlos y el mayor riesgo relevado en los sectores de trabajo. Ej. Si es en una carnicería el riesgo real será algún corte con el cuchillo, por caída de este o por impericia.

La altura para ser colocado será de 1,50m. Desde su base con respecto al piso, su color será blanco y tendrá rotulada la cruz de color rojo bermejo. Deberá estar ubicado con buena iluminación y mantenido en perfecta limpieza.

Kit de primeros auxilios para 10 personas.

| Curaciones                   | antisépticos                      | misceláneas  |
|------------------------------|-----------------------------------|--------------|
| 2 vendas de 10cm             | 1 solución antiséptica            | 1 Tijeras    |
| 1 tela adhesiva de 1cm       | 1 paquete gasa furasinada 10x10cm | instructivos |
| 1 tarro de gasa de 10x10cm   | 1 alcohol en gel                  |              |
| 1 paquete de algodón pequeño | 1 agua oxigenada 10 volúmenes     |              |
| 2 vendas triangulares        | 1 envase de solución fisiológica  |              |
| 2 vasos para lavado ocular   |                                   |              |

Kit de primeros auxilios para 25 personas.

| Curaciones                   | antisépticos                            | misceláneas  |
|------------------------------|---|--------------|
| 4 vendas de 10cm             | 2 solución antiséptica                  | 1 Tijeras    |
| 2 tela adhesiva de 1cm       | 2 paquete gasa furasinada 10x10cm       | 1 pinza      |
| 2 tarro de gasa de 10x10cm   | 2 alcohol en gel                        | instructivos |
| 1 paquete de algodón mediano | 2 agua oxigenada 10 volúmenes           |              |
| 4 vendas triangulares        | 2 sachets de 500cc solución fisiológica |              |
| 6 vasos para lavado ocular   |   |              |

Kit de primeros auxilios para 50 personas

| Curaciones                    | antisépticos                            | misceláneas                  |
|-------------------------------|---|------------------------------|
| 10 vendas de 10cm             | 3 solución antiséptica                  | 1 Tijeras                    |
| 5 rollos tela adhesiva de 2cm | 3 paquete gasa furasinada 10x10cm       | 1 pinza                      |
| 3 tarro de gasa de 10x10cm    | 3 alcohol en gel                        | 3 envases Terracortryl spray |
| 1 paquete de algodón grande   | 3 agua oxigenada 10 volúmenes           | Aspirinas                    |
| 6 vendas triangulares         | 3 sachets de 500cc solución fisiológica | instructivo                  |
| 10 vasos para lavado ocular   |   |                              |
| 2 vendas elásticas            |   |                              |

Kit de primeros auxilios para 100 personas

| Curaciones                     | antisépticos                            | misceláneas                  |
|--------------------------------|---|------------------------------|
| 10 vendas de 10cm              | 5 frascos de solución antiséptica       | 1 Tijeras                    |
| 10 rollos tela adhesiva de 2cm | 5 paquete gasa furasinada 10x10cm       | 1 pinza                      |
| 10 tarro de gasa de 10x10cm    | 3 alcohol en gel                        | 3 envases Terracortryl spray |
| 2 paquete de algodón grande    | 3 agua oxigenada 10 volúmenes           | Aspirinas                    |
| 10 vendas triangulares         | 5 sachets de 500cc solución fisiológica | instructivo                  |
| 20 vasos para lavado ocular    |   |                              |
| 3 vendas elásticas             |   |                              |
| 1 paquete de baja lengua       |   |                              |

Complemento de botiquín de primeros auxilios instructivo

| elementos            | usos   |
|----------------------|--|
| vendas               | Curaciones, inmovilizaciones, vendajes compresivos   |
| Tela adhesiva        | Fijar apósitos, entablillados  |
| gasa                 | Curaciones, limpieza de heridas, como apósitos   |
| algodón              | Limpieza de heridas, almohadillados en entablillados y como relleno de apósitos compresivos. |
| Venda triangular     | Vendaje de cuero cabelludo, cabestrillos, vendajes varios                                    |
| Vasos oculares       | Lavado ocular por cuerpo extraño, conjuntivitis actínica.                                    |
| Solución antiséptica | Desinfección de heridas, quemaduras etc.   |
| Gasa furacinada      | Apósitos para quemaduras, escaras y escoriaciones  |
| alcohol              | Desinfección de heridas, descontaminación de manos   |
| Agua oxigenada       | Limpieza de heridas, taponajes nasales en hemorragias  |
| Solución fisiológica | Barrido mecánico de heridas, lavados de ojos y quemaduras                                    |
| Terracortryl spray   | Quemaduras simples, picaduras por insectos, otros  |
| Venda elástica       | Vendajes de miembros, vendajes peritoraxicos, compresivos                                    |
| misceláneas          | Se utilizan en curaciones  |

Nota:

Además de los elementos ya descritos no deberá faltar elementos de seguridad biológica lo que llamamos “kit de bioseguridad” consta de los siguientes elementos guantes descartables pueden ser de látex o de nitrilo, barbijos descartables, protección ocular tipo antiparras y bolsas descartables con rotulo.

Siempre se debe llevar un inventario del botiquín y un control periódico para reponer insumos el control también nos alertara de posibles vencimientos, todo material vencido debe ser destruido Apropiadamente.