

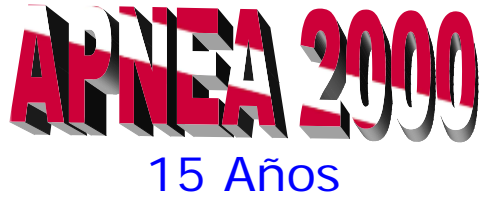
MANUAL DE BUCEO RECREATIVO SALVAMENTO Y RESCATE

XI EDICION 2003



GONZALO CONCHA

CENTRO DE TECNOLOGÍA Y SEGURIDAD
ACUÁTICA



Cursos de buceo y Natación

Instructor: Gonzalo Concha

Instructor  No. 10932

Instructor  No. 8959

Practicas: Club de la Ribera - Aguacatal

E-mail: gonzaloconcha@telesat.com.co

Pagina Web: <http://apnea2000.tripod.com.co>

Teléfonos:

Club: (57 2) 8934186

Residencia: (57 2) 5501200

Celular: 315-5123457

Santiago de Cali - Valle del Cauca
Republica de Colombia – Sur América

Capitulo IV

Anatomía

y

Fisiología

IV ANATOMIA Y FISIOLOGÍA



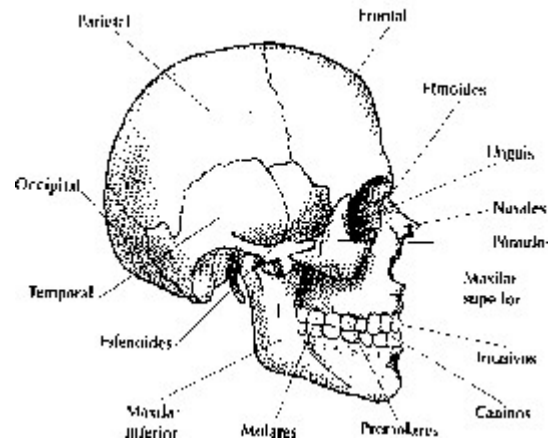
IV. 1. ANATOMIA Y ASPECTOS MEDICOS DEL BUCEO

Para un mejor entendimiento de todos los procesos fisiológicos, que se presentan en el cuerpo humano durante la práctica del buceo es importante repasar un poco la anatomía básica.

En el estudio del cuerpo humano podemos considerar tres (3) grandes segmentos:

Cabeza, Tronco y Extremidades.

IV.1.1. LA CABEZA.



Comprende una (1) estructura ósea fuerte y sólida, dentro de la cual están bien protegidos órganos y sistemas de importancia primordial para la vida, como lo son el sistema nervioso central (cerebro, cerebelo, bulbo raquídeo etc) y los órganos de la vista, olfato, oído y gusto.

IV.1.2. EL TRONCO.

Comprende dos (2) cavidades: El Tórax y el Abdomen.

En el Tórax, protegidos por la caja costal, se encuentran los órganos de la circulación (corazón y grandes vasos) y los de la respiración (pulmones, tráquea y bronquios).

El Abdomen, contiene los órganos de la digestión (estómago, intestinos etc); el sistema urinario (riñones, uréteres, vejiga) y otros órganos importantes (sistema reproductor, hígado, páncreas etc).

IV.1.3. LAS EXTREMIDADES.

Son fundamentalmente órganos de locomoción y de trabajo.

Algunos órganos y/o sistemas presentan modificaciones especiales en su funcionamiento, con el fin de adaptarse a las nuevas condiciones del medio ambiente en el que se vive en el transcurso de una inmersión.

De los órganos contenidos en la cabeza requieren particular atención la vista, el oído, los senos paranasales y los dientes.

En el Capítulo de Física, ya planteamos las características de la visión bajo el agua. Consideremos ahora lo referente al oído.

IV.2. ANATOMIA DEL OIDO.

Es un órgano muy sensible a los cambios de presión y por eso ha sido considerado como el talón de Aquiles del buceador.

IV.2.1. PABELLÓN AURICULAR

Corresponde a la parte cartilaginosa comúnmente denominada como oreja, responsable de captar los sonidos.

IV.2.2. EL OIDO EXTERNO.

Está compuesto por el pabellón de la oreja, el conducto auditivo externo que lo continúa hacia el interior del cráneo y la membrana del tímpano. Esta última cierra el extremo interno del conducto auditivo a la manera del parche de un tambor; ejerce una función comparable a la de este elemento en la transmisión de los sonidos y, constituye el límite interno del conducto auditivo.

La piel externa de este conducto tiene glándulas que producen cerumen, encargado de atrapar las partículas de polvo y de arena y así impedir que éstas lleguen al tímpano. En condiciones normales de salud, la mayoría de las veces el conducto auditivo externo se limpia por sí solo. La cera es llevada por las cilias hacia la abertura del conducto donde se seca, se descama y cae.

IV.2.3. MEMBRANA TIMPANICA.

Es la responsable de captar las vibraciones de los sonidos y transmitirlos al oído medio. Esta membrana es de vital importancia para la actividad del buceo y su cuidado depende de toda la información y entrenamiento que se pueda ofrecer al respecto.

IV.2.4. OIDO MEDIO.

Es una cavidad de forma bastante irregular, muy semejante a un tambor y se denomina Caja Timpánica. El ancho de esta caja, que separa la membrana del tímpano del oído interno varía entre dos (2) y siete (7) milímetros y contiene tres (3) huesecillos: el martillo, el yunque y el estribo, articulados en cadena, en forma tal, que el menor desplazamiento en un punto cualquiera repercute de inmediato sobre todo el sistema. En esta forma se establece continuidad en la transmisión de los estímulos sonoros, desde el tímpano hasta el oído interno.

IV.2.5. EL OIDO INTERNO O LABERINTO.

Tiene una estructura bastante compleja. Contiene los órganos de la audición y del equilibrio y se continúa con el sistema nervioso central por medio del nervio acústico.

IV.2.6. LA TROMPA DE EUSTAQUIO O TUBA AUDITIVA.

Son pequeños canales fibrocartilaginosos por los que pasa el aire. Conectan al oído medio con la garganta (nasofaringe), haciendo posible el equilibrio en ambos sentidos, cuando las condiciones a este nivel son

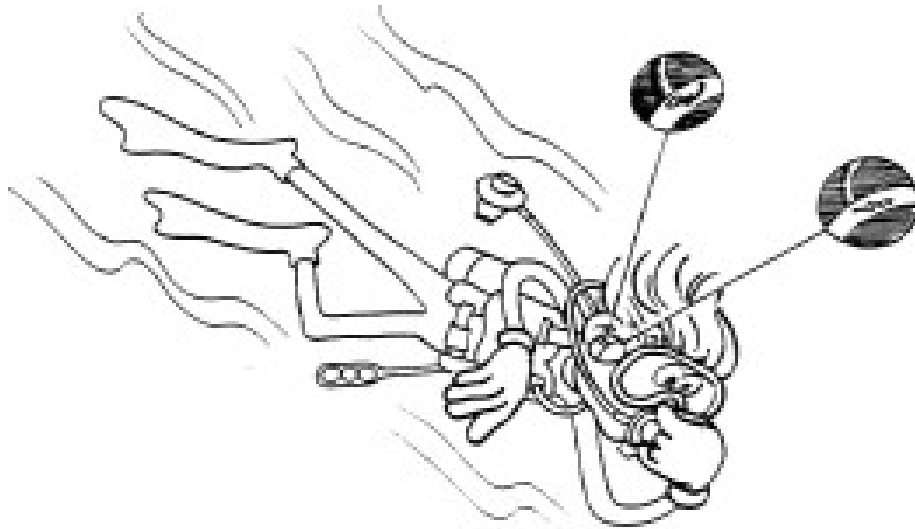
sanas y permeables. Cuando se padecen gripas o resfriados se incrementa la cantidad de moco a este nivel y se dificulta el paso del aire. Al sumergirnos, el agua comprime el aire del oído externo ocupando su lugar y ejerciendo una presión creciente, directamente proporcional a la profundidad o aumento de presión. Consecuencialmente, el tímpano se sobre distiende produciendo un dolor agudo.

Para evitar lesiones temporales o permanentes, el buceador debe evitar la llegada del dolor, para lo cual va equilibrando en la medida en la cual la presión aumenta. El no equilibrar adecuadamente la presión del oído medio y por lo tanto permitir que la membrana timpánica se sobre distienda, puede llevar a patologías que van desde un leve dolor hasta la sordera.

IV.2.7.FUNCIONAMIENTO DEL OIDO DURANTE UNA INMERSIÓN.

Antes de una inmersión, hay equilibrio entre las presiones del oído externo y del oído medio, gracias a la comunicación directa que ambos tienen con el medio ambiente (conducto auditivo externo y Trompa de Eustaquio). Al iniciarla, el agua penetra en el conducto auditivo externo y, en el descenso, el aumento de la presión hidrostática se ejerce directamente sobre la membrana timpánica, haciendo que pierda su posición de equilibrio y se desplace hacia adentro, en movimiento que transmite a la cadena de huesecillos que establecen la comunicación con el oído interno y produce compresión sobre este último. El desplazamiento del tímpano y la compresión sobre el oído interno se manifiestan con dolor, zumbidos, sordera y/o vértigos.

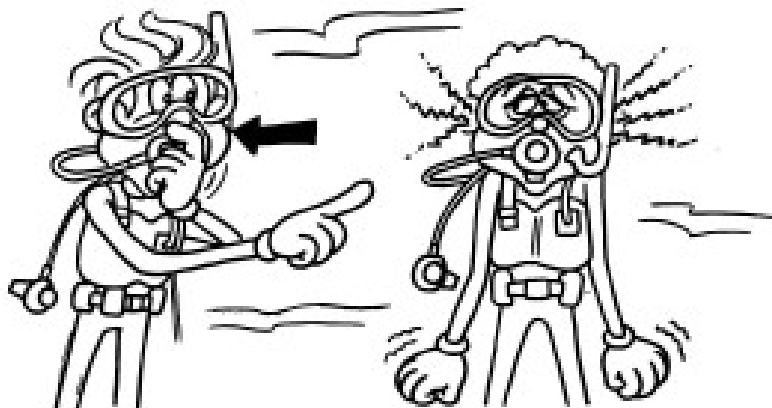
Para evitar las anteriores alteraciones es necesario actuar en forma tal, que se conserve el equilibrio de presiones a ambos lados de la membrana timpánica y esto se puede lograr mediante la maniobra de valsalva o de deglución.



IV.2.7.1. Maniobra de Valsalva

Probablemente la técnica más comúnmente utilizada para equilibrar es la conocida como Maniobra de Valsalva. Para realizar valsalva simplemente tape su nariz y suavemente fuerce la entrada de aire a sus oídos.

A pesar de que ésta puede ser una técnica efectiva para equilibrar sus oídos, utilícela con cuidado, pues puede aumentar la presión de aire en el oído medio (mayor presión interna que en el medio que lo rodea) al punto de causar un barotrauma inverso.



IV.2.7.2. Maniobra de Deglución (Frenzel)

Esta es una maniobra menos conocida, que demanda un poco de mayor control pero es más segura y de menor impacto que la técnica anterior.

Se realiza cerrando voluntariamente la boca, nariz y glotis (garganta) mientras que se coloca la lengua contra el paladar y traga. La elevación de la lengua actúa como un pistón que comprime el aire de la cavidad

bucal, a través de la Trompa de Eustaquio sin sobre presionar el oído medio.

IV.2.7.3. Maniobra de Bostezo.

La maniobra más simple es la realizada con un bostezo y deglución. Esta acción se ejecuta llevando la mandíbula hacia delante, abriendo un poco la mandíbula mientras los labios se mantienen fruncidos con el regulador y tragando.

IV.2.7.4. Maniobra de Toynbee.

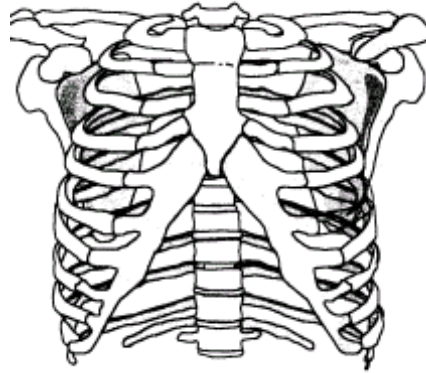
La maniobra de Toynbee se hace tragando mientras la boca y la nariz están cerradas. Es el inverso de la Maniobra de Valsalva. El método de Toynbee ha tenido éxito en aliviar el aumento de presión del oído medio encontrado en el barotrauma de ascenso.



IV.3. LOS SENOS PARANASALES

Son cavidades rígidas localizadas en los huesos del cráneo y de la cabeza, adyacentes a las fosas nasales y comunicadas con ellas por orificios de pequeño calibre (ostium) a través de los cuales debe producirse flujo de aire para establecer el equilibrio de presiones durante una inmersión en forma similar a la descrita en el caso del oído.

IV.4. EL TORAX



Es una cavidad semirrígida que se adapta bastante bien a los cambios de presión y contiene fundamentalmente el sistema cardiorrespiratorio.

Tiene la forma de un cono truncado, cuya base mayor es inferior y está construida por el músculo diafragma, que lo separa de la cavidad abdominal y cuya base menor es superior y se continúa con el cuello. Su contorno lo forman sólidas estructuras: la columna vertebral atrás; el esternón adelante y los arcos costales lateralmente, todas ellas recubiertas por fuertes planos musculares.

IV.4.1. EL DIAFRAGMA

Es un músculo plano, en forma de una cúpula o tabique que cierra el tórax por su parte inferior y lo separa del abdomen. En su parte central tiene una zona tendinosa que se llama el centro frénico y lateralmente se inserta en los arcos costales. La contracción de sus fibras musculares hace descender el centro frénico, aumentando en esta forma el diámetro vertical de la cavidad torácica y contribuyendo a elevar la reja costal, con lo cual se aumenta también el diámetro anteroposterior.

IV.4.2. LA COLUMNA VERTEBRAL.

Hace prominencia en el interior de la cavidad torácica y marca una subdivisión de la misma en dos (2) cavidades laterales (hemitórax derecho e izquierdo), entre las cuales queda un espacio central llamado mediastino. Cada una de las cavidades laterales contiene el pulmón correspondiente y en el espacio central se alojan: el corazón, los grandes vasos arteriales y venosos, los grandes conductos respiratorios (tráquea y bronquios principales derecho e izquierdo), el esófago y algunas estructuras que no interesan para los fines que nos ocupan.

IV.4.3. LA MEMBRANA PLEURAL

Tiene dos (2) hojillas: una parietal que se adosa sobre la pared de la cavidad torácica y otra visceral sobre la superficie pulmonar, creando entre ellas un espacio o cavidad que en condiciones normales es virtual porque las hojillas se adosan perfectamente y se deslizan una sobre

otra, pero que se hace real en situaciones patológicas y puede llegar a contener cantidades importantes de fluidos o de aire. Este espacio o cavidad se denomina cavidad pleural y en los seres humanos es completamente independiente para el lado derecho y para el izquierdo.



IV.5. EL SISTEMA CARDIOVASCULAR O CIRCULATORIO.

La circulación es el movimiento en el interior del organismo del líquido alimenticio: **la sangre**.

Así como las ciudades requieren tener provisiones de alimentos y agua para su normal funcionamiento y, éstos llegan por un sistema conformado por autopistas, carreteras principales y secundarias, calles y pequeños caminos, vías que a su vez se utilizan para que la ciudad se deshaga de sus residuos y basuras, nuestro organismo dispone de un sistema de transporte para su normal funcionamiento, compuesto por el sistema circulatorio.

El Sistema Circulatorio es una red maravillosa y compleja de vasos capilares de aproximadamente sesenta mil (60.000) millas de largo. El centro de este vasto sistema de tuberías o conductos es un músculo del tamaño de un puño, que pesa aproximadamente once (11) onzas en un adulto normal y que bombea en condiciones óptimas unos dos mil (2.000) galones de sangre o tejido líquido a través de sus cavidades.

El Sistema Circulatorio o Cardiovascular comprende el corazón y los vasos sanguíneos (capilares, venas y arterias), a través de los cuales se realiza la circulación de la sangre, transportando el oxígeno y las sustancias, así como la eliminación de los productos de desecho de metabolismo orgánico (catabolismo).

Los capilares, las venas y las arterias conforman en su conjunto los vasos sanguíneos.

Los Capilares son los vasos más pequeños, compuestos por un reducido grupo de células, mediante las cuales se realiza el intercambio de fluidos y gases, desde y hacia los tejidos.

Las venas están conformadas por la unión de los capilares, por las cuales regresa la sangre llena de CO₂ al corazón derecho para su oxigenación. Sus paredes son delgadas y disponen de válvulas en forma de copa, que obligan a la sangre a fluir sólo en dirección hacia el corazón.

Las Arterias disponen de paredes reforzadas por fibras y tejido muscular, encargándose de llevar la sangre del corazón a todo el organismo.

El Corazón es un órgano muscular encargado de producir el impulso de la corriente sanguínea, mediante contracciones (sístole) que expulsan la sangre de su cavidad hacia el sistema vascular y alternan con períodos de reposo (diástole), durante los cuales se produce de nuevo el llenado de sus cavidades por el fluido sanguíneo.

El corazón lo podemos considerar dividido en dos (2) cavidades: El Corazón Derecho, que recibe del sistema venoso, la sangre con alto contenido de CO₂ y desechos metabólicos, provenientes de todo el organismo y la bombea a los pulmones para renovar su provisión de oxígeno y, el Corazón Izquierdo que recibe de los pulmones la sangre oxigenada y la bombea a la circulación general.

Tanto el corazón derecho como el izquierdo están subdivididos en dos (2) cámaras: una receptora o aurícula (atrio), encargada de recibir la sangre y, otra impulsora (ventrículo) cuya contracción genera el impulso que lanza la sangre dentro del sistema vascular. Entre ambas existe un sistema valvular (válvulas auriculo-ventriculares), que permiten el paso o retención del fluido en los diferentes momentos del ciclo cardíaco y que reciben los nombres de válvulas tricúspide en el corazón derecho y mitral en el izquierdo.

En reposo, el corazón de un adulto en buenas condiciones físicas, se contrae con una frecuencia de sesenta (60) a ochenta (80) veces por minuto. En cada contracción o latido expulsa aproximadamente un volumen de setenta (70) mililitros, lo cual significa que mueve un total aproximado de cuatro mil doscientos (4.200) a cinco mil seiscientos (5.600) mililitros, que es una cifra más o menos equivalente al volumen total de sangre del organismo que es de cinco (5) a seis (6) litros. En otras palabras, toda nuestra sangre pasa cada minuto por el corazón y los pulmones para ser oxigenada.

El corazón de un adulto en reposo, late aproximadamente cien mil veces (100.000) al día y unos dos mil quinientos millones (2.500.000) de veces durante una vida promedio.

IV.5.1. COMUNICACIÓN INTERAURICULAR.

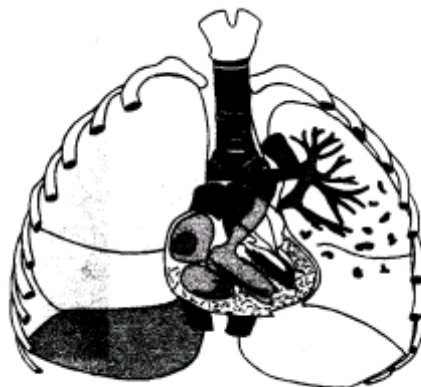
Esta malformación congénita de la cual podemos padecer algunos buceadores sin darnos cuenta, que aunque no constituye una amenaza para la salud de la persona que la padece, en el caso del buceo y particularmente en la patología de los Bends o Enfermedad de Descompresión, podría representar alguna complicación, por tratarse de un pequeño orificio entre las aurículas que debió cerrarse al momento del nacimiento, pero que por alguna razón queda defectuosamente cerrado, permitiendo de esta manera que la sangre pueda pasar entre aurículas, lo que podría poner en grave riesgo al cerebro, en caso de presentarse el accidente antes anotado.

IV.5.2. EL SISTEMA CARDIOVASCULAR EN LA INMERSIÓN.

Los principales efectos de la inmersión sobre el sistema cardiovascular son:

A). Sobre el corazón, se presenta una reducción de su frecuencia de contracción (bradicardia) de un 6% a un 10% aproximadamente. Este punto nos explica porqué el hacer burbujas después de una natación exigente nos recupera más rápidamente que sólo respirando en superficie.

B). Sobre el sistema vascular, se presenta una vasoconstricción periférica selectiva, que permite la redistribución del volumen sanguíneo dentro de los lechos vasculares, tendientes a favorecer la perfusión de órganos de choque, como el cerebro, el corazón, los riñones, el hígado y la retina, conservando la presión arterial normal.

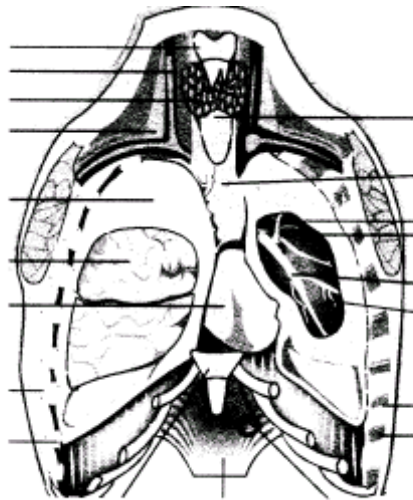


IV.6. EL SISTEMA RESPIRATORIO.

La Respiración es la función por la cual los seres vivos tomamos del medio ambiente el oxígeno que necesitan nuestras células y expelemos el gas carbónico (CO_2).

Para los seres vivos es de vital importancia el poder respirar adecuadamente, para lo cual disponemos de un sistema respiratorio encargado de conducir el aire atmosférico a través de una serie de conductos hacia los pulmones.

Los conductos del Sistema Respiratorio los conforman en su orden: Las Fosas Nasales, La Faringe, La Tráquea, Los Bronquios y finalmente Los Bronquíolos, que terminan formando como un gran racimo de pequeños sacos de aire llamados alvéolos (aproximadamente 300 millones en total).



Para que nuestro organismo produzca energía es necesario que se realice la combustión orgánica y ésta a su vez requiere del oxígeno. El oxígeno (O_2) presente en el aire atmosférico, pasa a través de la membrana alvéolo capilar al torrente circulatorio, dando como resultado la oxigenación de la sangre.

En la dirección opuesta a la oxigenación de la sangre, se realiza la liberación del bióxido de carbono (CO_2), gas resultante de la combustión orgánica, por medio del proceso de la respiración.

Alimento + Oxígeno = Energía, Bióxido de Carbono y Agua

El Sistema Respiratorio no comprende solamente el acto de "respirar", el término también incluye todos los procesos asociados con la producción de energía y la liberación de los gases residuales del metabolismo (CO_2) (Catabolismo).

Paradójicamente, el oxígeno, gas indispensable para la producción de energía a nivel celular, en las plantas es el gas resultante de su proceso biológico y requiere tomar bióxido de carbono (CO₂) como gas vital.

El Sistema Respiratorio comprende tres (3) procesos principales:

IV.6.1. Ventilación.

IV.6.2. Perfusión

IV.6.3. Difusión.

IV.6.1. VENTILACIÓN.

Es el proceso mecánico de renovación del aire alveolar y se hace en dos (2) tiempos: Inspiración y Espiración.

IV.6.1.1. LA INSPIRACIÓN

Es un proceso activo, durante el cual la contracción del diafragma y de los músculos intercostales producen un aumento del volumen de la cavidad torácica, con la consiguiente disminución de la presión interna y la entrada de aire al sistema.

IV.6.1.2. LA ESPIRACIÓN

Es un movimiento pasivo que resulta de la retracción elástica del pulmón y de la relajación de los músculos intercostales, que hacen aumentar la presión intratorácica por encima de la presión atmosférica y ocasionan la salida de aire.

En un movimiento respiratorio normal movilizamos un volumen de quinientos (500) mililitros, al que se denomina Aire Corriente. De éste volumen, ciento cincuenta (150) mililitros deben ocupar el espacio que corresponde a las vías aéreas (fosas nasales, tráquea, bronquios), el cual no es apto para el intercambio gaseoso con la sangre y por eso se llama Espacio Muerto y, el resto, participa en la ventilación fisiológicamente efectiva.

Según lo anterior, la Ventilación Alveolar en un (1) minuto es de cuatro mil novecientos (4.900) mililitros. Si consideramos una frecuencia de catorce (14) respiraciones por minuto, entonces tenemos que:

500 mililitros de Aire Corriente
150 mililitros de Espacio Muerto
=350 mililitros X 14 Respiraciones por minuto
=4.900 mililitros.

En el trayecto que debe recorrer el aire inspirado para llegar al alvéolo, se mezcla con aire espirado de movimientos respiratorios anteriores que va de salida, con una proporción elevada de CO₂ y con vapor de agua que produce la mucosa respiratoria para humidificar el aire. Esto hace que el aire alveolar tenga una composición diferente a la del

atmosférico, pero las presiones parciales de los gases sufren los cambios inherentes a la distinta composición de la mezcla.

En este punto, bien vale la pena diferenciar los conceptos de:

A). Respiración Nasal

B). Respiración Bucal

A). Respiración Nasal

Se logra el proceso de humidificación, temperatura, purificación y se obliga al sistema, por reducción del volumen, a un ritmo pausado, a facilitar una mayor distribución del aire en los pulmones. Esto podría ser una buena explicación a nuestras afecciones respiratorias tan comunes, cuando durante el buceo comenzamos a respirar sólo por la boca.

Cuando se respira por la nariz, al regresar el aire caliente de los pulmones hacia el exterior, calienta los conductos respiratorios facilitando su ventilación.

B). Respiración Bucal

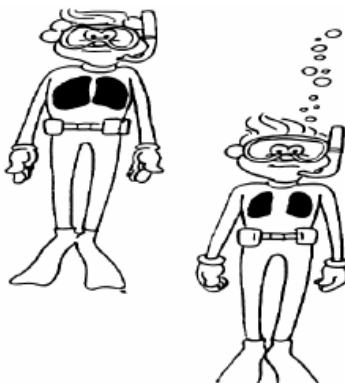
Es utilizada en el buceo tanto en apnea como con equipo autónomo. Por carecer de los beneficios de la respiración nasal es que sentimos resequedad en la boca y sed, poniendo a prueba nuestras defensas del sistema, cuando respiramos aire contaminado.

IV.6.2. LA PERFUSION

Se refiere a la presencia de sangre en los capilares alveolares y está determinada por la integridad de la red vascular y de la eficiencia del trabajo cardíaco.

IV.6.3. LA DIFUSIÓN

Consiste en el paso de los gases a través de la membrana alveólo-capilar y se produce en virtud de la Ley de Henry que dice: "Cuando una mezcla de gases se difunde en el líquido hasta el punto de saturación, el cual es directamente proporcional a la presión parcial de cada uno de ellos, cuando la temperatura es constante".



IV.7. LOS PULMONES

Son dos (2) grandes bolsas aéreas, parecidas a esponjas, localizadas en un espacio llamado tórax que es delimitado por las costillas.

Pesan aproximadamente un (1) kilogramo, del cual el 45% es sangre. Miden 24 centímetros de alto y el 80% de su volumen es aire. Están formados por una membrana en forma de talego llamada pleura, que produce un líquido que a manera de lubricante disminuye el roce en los movimientos de la respiración.

El pulmón derecho tiene tres (3) lóbulos, diez (10) segmentos y millones de alvéolos.

El pulmón izquierdo tiene dos (2) lóbulos, nueve (9) segmentos y también millones de alvéolos. Los alvéolos a su vez, están tapizados por dos (2) clases de células : Los Neumocitos I y Los Neumocitos II, encargados de dar paso a los gases del intercambio y a producir –en el caso de los Neumocitos II- la sustancia tensoactiva que impide que los alvéolos se colapsen.

Constituyen el centro del sistema respiratorio. El aire entra a los pulmones a través del tracto respiratorio superior, formado por la nariz, la garganta y la tráquea, la cual se divide en dos (2) para formar ambos bronquios, uno (1) para cada pulmón. A su vez, estos bronquios vuelven a dividirse en bronquíolos, cuyas terminales están compuestas por cavidades en forma de bolsas llamadas alvéolos.

Los pulmones poseen una forma cónica y se encuentran situados a ambos lados del corazón. El pulmón izquierdo es un poco más pequeño que el pulmón derecho, debido a que el corazón se localiza en ese mismo lado.

Ambos pulmones se encuentran ubicados en el interior de la caja torácica, protegidos por una membrana de doble capa: La Pleura. Entre las dos (2) membranas se encuentra el líquido pleural, el cual actúa como lubricante para facilitar la expansión y la contracción pulmonar.

