

PDA

**PROFESSIONAL
DIVING
ASSOCIATION**

Manual Proveedor de Oxígeno

INDICE

La PDA	3
Aspectos básicos de Fisiología	4
Sistema respiratorio	4
Partes del sistema respiratorio.....	5
Mecánica respiratoria.....	6
Sistema circulatorio.....	8
El corazón.....	9
Intoxicaciones gaseosas durante el buceo.....	11
Intoxicación por dióxido de carbono	11
Intoxicación por nitrógeno	12
Intoxicación por monóxido de carbono	13
Intoxicación por vapor de aceite	14
Accidentes del ascenso	14
Sobrepresión pulmonar	14
Neumotórax.	15
Enfisema Mediastínico.....	16
Enfisema subcutáneo	16
Embolia Gaseosa Traumática....	17
Enfermedad por descompresión....	18
Enfermedad descompresiva de tipo I (leve).....	19
Enfermedad descompresiva de tipo II (grave)	19
Cámara Hiperbárica.....	22
Cámaras Multiplaza.....	22
Cámaras Monoplaza	22
Ahogamiento	24
RCP en casos de ahogamiento	25
El Oxígeno.....	26
Efectos del oxígeno en casos de ahogamiento	26

Efectos del oxígeno en las enfermedades disbáricas.....	26
Sistema de administración de oxígeno	28
Componentes básicos	28
Posición de la víctima.....	31
Evaluación Neurológica	32
Organismos Acuáticos Peligrosos.....	36
Bibliografía.....	44

**Manual realizado por el Instructor
Trainer MFA y O2 Provider PDA
Marcelo Balado.**

La PDA

La PDA - Professional Diving Association es una agencia fundada por Hendrick Dieckhoff en Alemania / Diehlheim, en el año 1995 y con reconocimientos que avalan su prestigio y altos standards de sus programas.

Es miembro en Europa de una de las organizaciones de control de calidad más importantes a nivel internacional como la RSTC - Recreational Scuba Training Council, que nuclea a las agencias más reconocidas de buceo recreativo en los diferentes continentes, así como también es miembro de la EUF - European Underwater Federations, Membresía EUF CB 2006004, Organismo rector de las actividades subacuáticas Europeas y que tiene como miembros por ejemplo a la CMAS, la misma RSTC y DAN Europe. A través de la EUF, la PDA logro obtener el aval de sus programas de enseñanza con las las normas ISO - International Standardization Organization, agencia más importante en la creación y certificación de standards y procedimientos.

La PDA en Argentina.
PDA llega a nuestro país en el año 2017 a través de Instructores que encontraron en la certificadora, una agencia con más de 20 años en el mercado, y con programas de enseñanza profesionalmente testeados.

Sus miembros son profesionales dedicados, principalmente a la filosofía PDA, que une seguridad con factor de calidad. Todos obedecen a un código de conducta y ética rígidos, participando regularmente de programas de perfeccionamiento y son constantemente monitoreados, al fin de garantizar un alto nivel de calidad.

Propósitos y Objetivos de la PDA.

- 1- Promover, conducir y certificar entrenamiento de buceo libre y autónomo.
- 2- Promover, conducir y certificar entrenamiento de niveles profesionales de Divemaster, Asistente de Instructor, Instructor, Instructor Especialista y Entrenador de Instructores de Buceo.
- 3- Promover, conducir y certificar entrenamiento de Primeros Auxilios, RCP, uso de DEA y Suministro de Oxígeno para buceadores y para el público en general.
- 4- Realizar un seguimiento para controlar cumplimientos de standares y mantener altos niveles de capacitación.
- 5- Incentivar a sus miembros a mantener valores de integridad y de conducta.
- 6- Dirigir acciones para lograr una mayor consciencia en el cuidado del medio ambiente.

Aspectos básicos de Fisiología

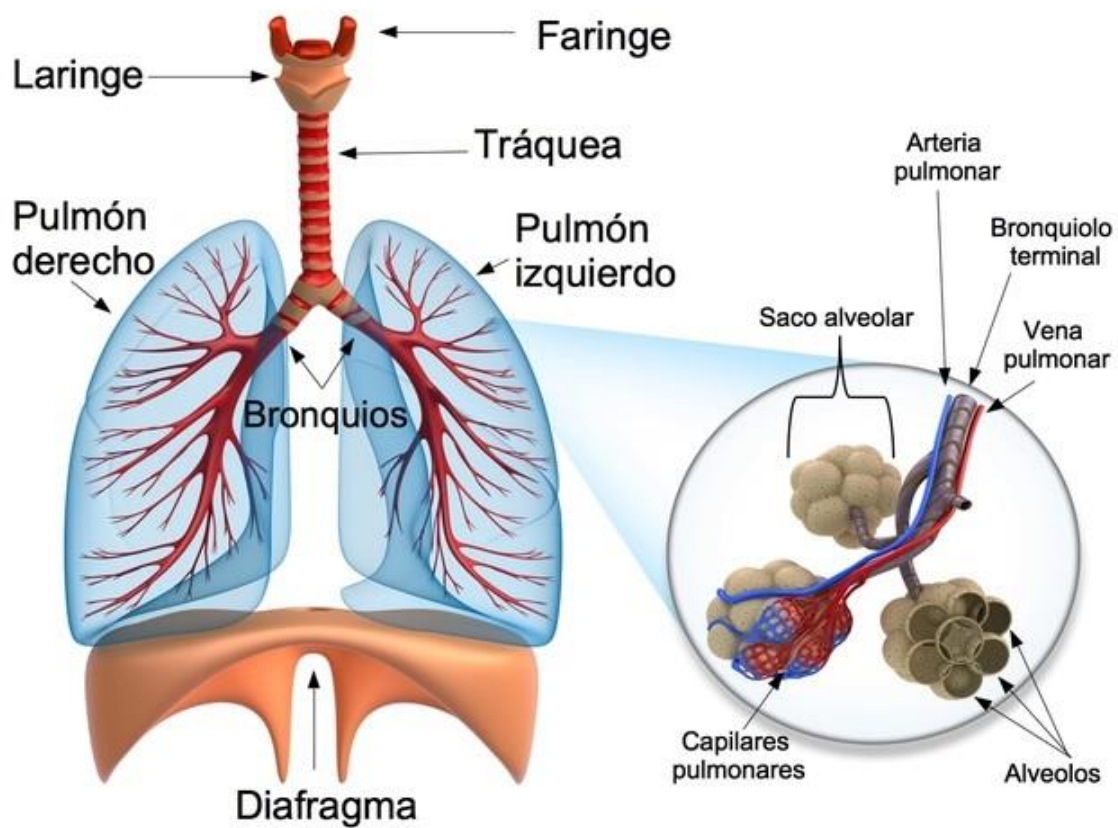
Es muy importante como buceador conocer básicamente el funcionamiento de nuestro sistema cardiorespiratorio.

Sistema respiratorio

El sistema respiratorio es el conjunto de órganos encargados de la expulsión de dióxido de carbono y la entrada

de oxígeno al organismo. Este proceso se conoce como respiración.

Los seres vivos necesitan del oxígeno para realizar sus funciones, y, a la vez, producen compuestos que deben ser eliminados, como el dióxido de carbono. Es por esto que el sistema respiratorio y el sistema circulatorio tienen una interacción estrecha en el intercambio de gases.



Partes del sistema respiratorio

Vías aéreas.

Las vías aéreas o tracto respiratorio comprenden los órganos que permiten el paso del aire hacia los pulmones. Estos órganos comprenden cavidad nasal, faringe, laringe, tráquea y bronquios.

Cavidad nasal.

Es la zona interior de la nariz. Su función principal es calentar, humedecer y filtrar el aire al inspirar. También en la cavidad nasal se encuentra el sentido del olfato, que nos permite distinguir los olores que nos rodean.

Faringe.

Es la vía de conexión entre la cavidad nasal y la cavidad oral. Se encuentra detrás de la boca y conduce el aire hasta la laringe. En la parte que se conecta a la nariz, se llama nasofaringe; en la que conecta con la boca, se llama orofaringe.

Laringe.

Se encuentra entre la faringe y la tráquea. Una forma fácil de aprender cuál viene primero, si la laringe o la faringe, es siguiendo el orden alfabético: F está antes que la L. Por lo tanto, faringe viene antes de laringe. La principal función de la laringe es impedir la entrada de comida o líquidos hacia la tráquea. También es importante en la producción de sonidos: allí es donde se encuentran las cuerdas vocales.

Tráquea.

Se encuentra ubicada delante del esófago y es un cilindro rígido que deja pasar el aire desde la laringe hasta los

bronquios. La rigidez de la tráquea se debe a anillos de cartílago, el mismo material que le da la estructura a las orejas y a la punta de la nariz.

Este cartílago no es tan fuerte como el hueso, pero ayuda a que el tubo de la tráquea se mantenga abierto y no se aplaste, lo que permitiría el paso de aire.

La tráquea de los humanos mide entre 10 y 12 cm de largo y 2 cm de ancho. Está recubierta de una sustancia mucosa y unos pelitos o cilios que ayudan a atrapar las partículas extrañas que escaparon al filtrado de la nariz.

Bronquios.

La tráquea se divide en dos tubos que se dirigen cada uno a un pulmón: estos son los bronquios, los cuales, a su vez, continúan dividiéndose como las ramas de un árbol dentro de los pulmones, formando los bronquiolos.

Pulmones.

Son los dos órganos mayores dentro de la caja torácica, uno a cada lado del corazón. Son diferentes, el pulmón derecho se separa en tres lóbulos por dos fisuras y el izquierdo, en dos lóbulos. Tienen un aspecto esponjoso y elástico, por lo que pueden variar su volumen durante los procesos de inspiración y expiración.

Dentro de los pulmones, los bronquios van dividiéndose hasta llegar a los bronquiolos terminales cuyas puntas terminan en unos racimos. Estos son los alveolos.

Asimismo, los pulmones están rodeados por una membrana o tela, llamada pleura.

Alveolos.

Los alveolos son las unidades funcionales del sistema respiratorio. Son bolsas pequeñas parecidas a burbujas que se encuentran al final de todas las bifurcaciones de los bronquiolos. Estos sacos tienen el espesor de apenas una célula, y están bordeados por capilares, permitiendo el contacto directo con la sangre.

Es en los alveolos donde se produce el intercambio de oxígeno externo por dióxido de carbono interno. En el pulmón de los seres humanos hay alrededor de 300 millones de alveolos, cada uno con un tamaño de 0,3 mm.

Músculos respiratorios.

Los músculos respiratorios están constituidos por el diafragma y los músculos intercostales. Gracias a ellos los pulmones se llenan y vacían de aire.

Diafragma.

Es el músculo que se encuentra en el piso de la cavidad torácica, separándola del abdomen. Sobre él se asientan los pulmones.

Cuando el diafragma se contrae, actúa como el émbolo de una jeringa cuando jalamos para succionar un líquido. En este caso, el aire es succionado al interior de los pulmones.

Músculos intercostales.

Estos son los músculos que están entre las costillas, los huesos que forman la caja torácica. El movimiento de estos músculos permite que las costillas se muevan hacia arriba, así los pulmones pueden expandirse al entrar el aire.

Mecánica respiratoria

La ventilación pulmonar comprende la entrada y salida de aire del organismo a través de la inspiración y la expiración.

El mecanismo de la respiración o ventilación pulmonar ocurre cuando el aire entra por la nariz y pasa a la cavidad nasal. Luego sigue por la faringe y la laringe hasta la tráquea y llega a los bronquios. De aquí se distribuye por los pulmones hasta el final de las ramificaciones, donde el oxígeno se difunde a la sangre, y el dióxido de carbono pasa a los alveolos. Finalmente, el aire es expulsado cuando los músculos respiratorios se relajan.

Podríamos decir que la ventilación pulmonar tiene dos etapas: inspiración y expiración.

Inspiración.

La inspiración o inhalación es la fase activa de la respiración pulmonar. Ocurre cuando se contrae el diafragma y los músculos intercostales, empujando el tórax hacia abajo y hacia afuera. Esto produce un aumento en la capacidad torácica y, como consecuencia, la expansión de los pulmones y la disminución de la presión dentro del tórax.

El aire entra en los pulmones cuando la presión intrapulmonar es menor que la presión atmosférica (760 mmHg). En cada inspiración, entra aproximadamente medio litro de aire, del cual 150 ml se quedan en las vías aéreas. Como en estas vías no se produce el intercambio de gases, se habla de espacio anatómico muerto.

Expiración.

La expiración es un proceso pasivo en reposo que sigue a la inspiración, con la reducción de la capacidad torácica y el aumento de la presión intrapulmonar. Esto provoca la expulsión del aire de los pulmones.

Intercambio de gases en la respiración

El oxígeno y el dióxido de carbono atraviesan la barrera entre la sangre y el alveolo por difusión.

El intercambio de oxígeno y dióxido de carbono se produce a través de las paredes de los capilares y de los alveolos. El movimiento se hace por difusión pasiva, esto es, los gases se mueven desde donde hay una mayor presión a una menor presión. Para esto, no se requiere de energía.

El oxígeno que entra a los pulmones está a una presión de 100 mm Hg, mientras en la sangre capilar está a 40 mm Hg. Por eso, el oxígeno fluye desde el espacio alveolar hasta el glóbulo rojo.

Por otro lado, el dióxido de carbono difunde mucho más rápido por los tejidos por su mayor solubilidad. Cuando el glóbulo rojo llega cargado de dióxido de carbono a los pulmones, el dióxido de carbono pasa al espacio alveolar donde la presión de este gas es mucho menor.

¿Cuáles son los mecanismos de defensa del sistema respiratorio?

Dentro de la cavidad nasal, los pelos, cilios y moco atrapan el polvo y pequeñas partículas, filtrando el aire que entra a los pulmones.

Las partículas que se depositan en los bronquios, son barridas hacia afuera por los cilios y el moco de las paredes, y pasan a la garganta donde pueden ser tragadas o expectoradas.

Las partículas que llegan a los alveolos son atrapadas por células del sistema inmunitario.

Mecanismos regulatorios del sistema respiratorio.

La respiración está bajo control voluntario e involuntario en ciertas condiciones. El proceso automático es controlado por los centros respiratorios en el tallo encefálico y la médula. Sin embargo, cuando contenemos la respiración o nos hiperventilamos, es la corteza cerebral la que está a cargo y siempre monitoreado el aumento de presión parcial de Dióxido de Carbono y disminución de presión parcial de Oxígeno por los Quimiorreceptores ubicados a nivel arteria Aorta y Carótidas y en el mismo cerebro, quienes emiten esa información al Centro Respiratorio.

En momentos que sentimos miedo o rabia son el hipotálamo y el sistema límbico los que alteran nuestro patrón de respiración.

La presión parcial del dióxido de carbono en la sangre es el factor más importante en el control de la respiración. La respuesta de ventilación disminuye si se reduce la presión de dióxido de carbono.

Sistema circulatorio.

El sistema circulatorio se encarga de bombear, transportar y distribuir la sangre por todo el cuerpo. Se integra con el corazón y los vasos sanguíneos: arterias, venas y capilares.

El corazón es una bomba muscular y se considera el centro del sistema circulatorio. Las arterias transportan sangre oxigenada y con nutrientes desde el corazón hasta los tejidos, mientras que las venas llevan sangre poco oxigenada en dirección del corazón (las arterias y venas pulmonares son la única excepción a esta regla). Los capilares son el sitio donde tiene lugar el intercambio de nutrientes y gases entre la sangre y los tejidos.

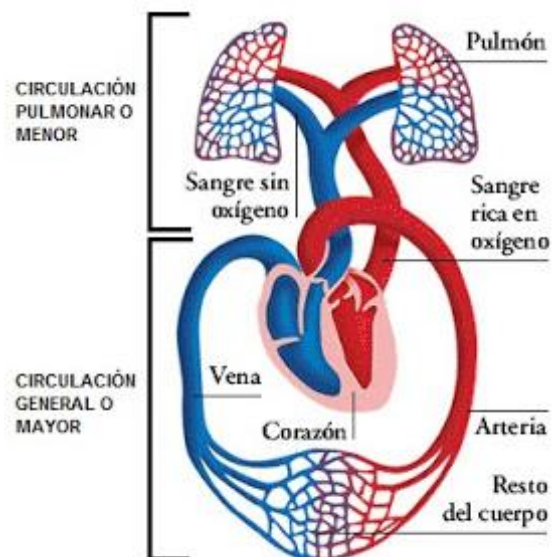
La estructura de los vasos sanguíneos es muy importante para posibilitar sus funciones. La pared de los vasos sanguíneos es tubular, flexible y adaptable a ciertas condiciones fisiológicas, ya sea que produzca vasodilatación o vasoconstricción.

Desde un punto de vista anatómico, el sistema circulatorio se divide en un circuito mayor o sistémico y otro menor o pulmonar ambos se originan en el corazón y consisten en vasos sanguíneos que se dirigen hacia todo el cuerpo y los pulmones, respectivamente.

El circuito mayor o sistémico transporta sangre oxigenada a través de arterias desde el corazón hasta los tejidos y la regresa desoxigenada (concentraciones elevadas de dióxido de carbono) a través de venas de

nueva cuenta al corazón. En cambio, el circuito pulmonar transporta sangre desoxigenada mediante las arterias desde el corazón hasta los pulmones y devuelve sangre oxigenada a través de las venas otra vez al corazón. Esta aparente paradoja resulta de un concepto anatómico de acuerdo al cual todos los vasos que se originan en el corazón son arterias y todos los que llegan a él son venas, cualquiera que sea la saturación de oxígeno en la sangre y a pesar de que etimológicamente la palabra arteria significa "que lleva aire".

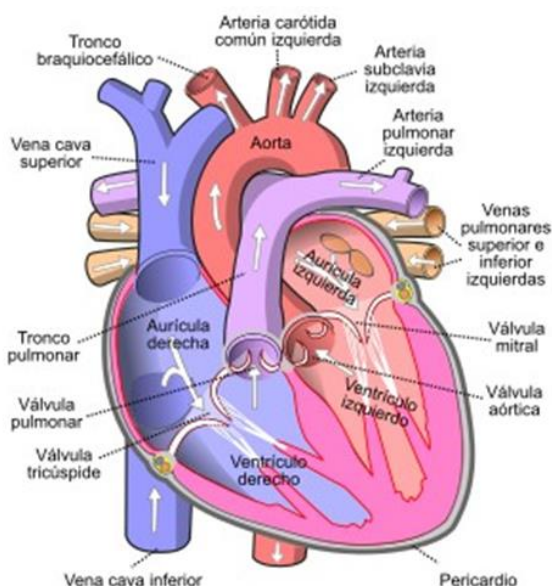
También es importante el concepto de sistema porta, que se refiere a una red de vasos sanguíneos (arteriales o venosos) que llevan sustancias de un lugar a otro sin pasar por el corazón. Son ejemplos el sistema porta hipofisario y el sistema porta hepático.



El corazón

El corazón es un órgano muscular de cuatro cámaras que se localiza en el mediastino medio de la cavidad torácica y lo recubre el pericardio visceral. Su función es impulsar la sangre de los ventrículos al cuerpo y los pulmones, así como recibirla en las aurículas derechas e izquierda, respectivamente.

Las aurículas y los ventrículos están separados por un esqueleto fibroso y se comunican entre sí a través de orificios que poseen válvulas. La sangre pasa a través de una válvula antes de salir de cada cavidad del corazón. Las válvulas actúan como entradas de sangre de una sola vía de un lado del ventrículo, y como salidas de sangre de una sola vía del otro lado del ventrículo. Las válvulas normales tienen tres aletas (valvas), excepto la válvula mitral, que sólo tiene dos. Para el buceo, es importante detectar, si el buceador tiene la patología llamada Foramen Oval Permeable (FOP), la cual es una abertura entre las aurículas, que posibilita el reflujo de la sangre venosa para la circulación arterial y facilita la aparición de la E.D.



Sangre.

La sangre es un tejido líquido que recorre el organismo, a través de los vasos sanguíneos, transportando células y todos los elementos necesarios para realizar sus funciones vitales. La cantidad de sangre está en relación con la edad, el peso, sexo y altura. Un adulto tiene entre 4,5 y 6 litros de sangre, el 7% de su peso.

Qué funciones cumple.

Como todos los tejidos del organismo la sangre cumple múltiples funciones necesarias para la vida como la defensa ante infecciones, los intercambios gaseosos y la distribución de nutrientes.

Para cumplir con todas estas funciones cuenta con diferentes tipos de células suspendidas en el plasma.

Todas las células que componen la sangre se fabrican en la médula ósea.

Ésta se encuentra en el tejido esponjoso de los huesos planos (cráneo, vértebras, esternón, crestas ilíacas) y en los canales medulares de los huesos largos (fémur, húmero).

La sangre es un tejido renovable del cuerpo humano, esto quiere decir que la médula ósea se encuentra fabricando, durante toda la vida, células sanguíneas ya que éstas tienen un tiempo limitado de vida. Esta "fábrica", ante determinadas situaciones de salud, puede aumentar su producción en función de las necesidades.

Composición de la sangre

- Los glóbulos rojos transportan el oxígeno de los pulmones hacia los tejidos y captan el anhídrido carbónico producido en los tejidos que es eliminado luego por las vías respiratorias.
- Los glóbulos blancos defienden al organismo contra las infecciones bacterianas y virales.
- Las plaquetas impiden las hemorragias, favoreciendo la coagulación de la sangre.
- El plasma además de servir como transporte para los nutrientes y las células sanguíneas, contiene diversas proteínas (inmunoglobulinas, albúmina y factores de coagulación)

La sangre y el buceo.

Es importante entender que pasa con los gases a alta presión que respiramos durante el buceo. De los gases contenidos en la mezcla gaseosa de aire, tenemos al oxígeno como gas vital en un porcentaje aproximado de un 21%, al nitrógeno como gas inerte en un porcentaje del 78% y a los otros gases como dióxido de Carbono, argón, neón, etc. representando el 1% restante. Esos gases tienen distintas células sanguíneas y tejidos donde se van a disolver.

Por ejemplo en principio el oxígeno normobárico se va a combinar químicamente en la hemoglobina de los glóbulos rojos y se disolverá físicamente pero en menor porcentaje en el plasma sanguíneo. El dióxido de carbono es transportado en la sangre de tres maneras: disuelto en el plasma, en forma de bicarbonato y combinado con proteínas de la hemoglobina.

El CO₂ disuelto al igual que el oxígeno obedece la Ley de Henry, pero el CO₂ es unas 20 veces más soluble que el O₂. Como resultado el CO₂ disuelto ejerce un papel significativo en el transporte de este gas, ya que cerca del 10% del CO₂ que pasa al pulmón desde la sangre se halla en su forma disuelta.

El nitrógeno se disuelve físicamente en la sangre, específicamente en el plasma y por diferenciales de presión entre la tensión de nitrógeno en el alveolo y la tensión de nitrógeno en el plasma sanguíneo cuando iniciamos el buceo y aumenta la presión parcial de nitrógeno en el pulmón al comenzar a respirar el aire comprimido. Luego de su ingreso por física, y ya dentro de la sangre comienza a disolverse también en los tejidos por diferenciales de tensión y es donde entra en juego la química también, ya que tejidos como los grasos tienen una gran afinidad por éste gas.

Intoxicaciones gaseosas durante el buceo.

Muchos problemas durante el buceo pueden ser consecuencia de los efectos tóxicos de gases como nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono, vapores de aceite y monóxido de carbono.

El aire es una mezcla de gases, principalmente nitrógeno y oxígeno con muy pequeñas cantidades de otros gases. Cada gas tiene una presión parcial, en función de su concentración en el aire y de la presión atmosférica. Tanto el oxígeno como el nitrógeno pueden tener efectos nocivos a altas presiones parciales.

Intoxicación por oxígeno (Hiperoxia).

La toxicidad por oxígeno (O₂) se produce en la mayoría de las personas cuando la presión parcial de oxígeno inhalado alcanza o supera 1,4 atmósferas, lo que equivale a algo más de 57 m de profundidad si la mezcla respirada es aire comprimido. Por lo que no será una intoxicación a la cual los buzos deportivos estén expuestos, ya que la profundidad recreativa máxima será de 40 metros.

Para evitar la toxicidad por oxígeno en inmersiones profundas son obligatorias unas mezclas determinadas de gases y haber realizado un entrenamiento especial.

Los síntomas incluyen hormigueo, tics localizados (en la cara, los labios o contracciones en los miembros de un solo lado), vértigo, náuseas y vómitos, visión restringida (túnel). Alrededor del 10% de los afectados sufren

convulsiones o desmayos, que generalmente provocan ahogamiento.

Intoxicación por dióxido de carbono (Hipercapnia).

El dióxido de carbono (CO₂) es el gas que se produce como producto de desecho cuando el carbono se combina con el oxígeno como parte del proceso de obtención de energía del cuerpo y será eliminado a través de la respiración.

Algunos buzos sufren toxicidad por dióxido de carbono porque tienen un patrón respiratorio errado durante el buceo. Como vimos anteriormente, la respiración en un buzo es pensada y con énfasis en la exhalación para eliminar éste gas, además de que el aire comprimido en las profundidades es más denso y requiere un mayor esfuerzo respiratorio para desplazarse a través de las mangueras primero, el regulador y las vías respiratorias y eso consume más oxígeno y produce más Dióxido de Carbono.

Los síntomas de la toxicidad por dióxido de carbono pueden incluir: Cefaleas, Dificultad respiratoria, Pérdida de coordinación, Pérdida de tono muscular, Náuseas, Vómitos.

Las personas que experimentan síntomas durante una inmersión deben volver gradualmente a la superficie y si tienen dolores de cabeza después de bucear pueden tener que modificar su técnica de buceo.

Los niveles altos de dióxido de carbono también pueden producir pérdida del conocimiento, aumentar la probabilidad de convulsiones debidas a la toxicidad por oxígeno y empeorar la gravedad de la narcosis de nitrógeno. Los buzos que padecen con frecuencia dolores de cabeza después de bucear, o que presumen de usar poca cantidad de aire, pueden estar reteniendo dióxido de carbono.

Uno de los signos de la intoxicación por Dióxido de Carbono fácilmente reconocible afuera del agua una vez que el buceador está en la superficie es la coloración azulada de piel y mucosas por la unión de éste gas con la hemoglobina de los glóbulos rojos, formando carboxihemoglobina.

Narcosis por gases inertes

El nitrógeno (N₂) es un gas inerte que se encuentra en alrededor de un 80% de la mezcla de aire que respiramos. No interviene en nuestro metabolismo celular y no altera las propiedades químicas del plasma, del líquido extracelular ni el de nuestras células, pero es muy soluble en lípidos (grasas) y al respirarlo a cierta presión produce una alteración reversible del estado de conciencia del buceador con síntomas que van desde el retraso en la respuesta a estímulos visuales y auditivos, alteración del razonamiento y de la coordinación motora, errores de cálculo y alteración en la capacidad de toma de decisiones, euforia y llegando a estadios más complejos, puede tener incapacidad de retener el regulador en la boca. Es muy importante estar atento a como el compañero de buceo responde las señas debajo del agua, como son sus movimientos del cuerpo y observar también su mirada, porque éstas son formas simples de

determinar su lucidez así como también el podrá de ésta forma precisar la nuestra.

El mecanismo que desencadena la narcosis de nitrógeno en los buzos no está completamente explicado, pero es un efecto directo de las altas presiones de nitrógeno sobre la transmisión nerviosa. La hipótesis de la concentración mínima alveolar (Meyer-Overton) establece que la narcosis aparece cuando el gas penetra la capa lipídica de las membranas de las células nerviosas del cerebro; interfiriendo con la transmisión de las señales entre las neuronas.

Al respirar aire, los efectos aparecen a partir de los -30 m, equivalente a una presión parcial de nitrógeno de 3,2 bar. Es probable también que el estado de conciencia del buzo se vea afectado antes de este límite, y simplemente sus síntomas le sean imperceptibles. Aun así no existe ningún método confiable para predecir la severidad de los efectos de narcosis en cada individuo, estos pueden variar en cada inmersión (incluso en un mismo día). Sus efectos dependen de múltiples factores, siendo los factores reconocidos que incrementan el riesgo y la severidad de la narcosis a los descensos rápidos, el frío, el stress, el esfuerzo, la fatiga y la retención de gas carbónico.

Si una narcosis sobreviene durante la inmersión, sus efectos desaparecerán casi inmediatamente simplemente ascendiendo a una menor profundidad.

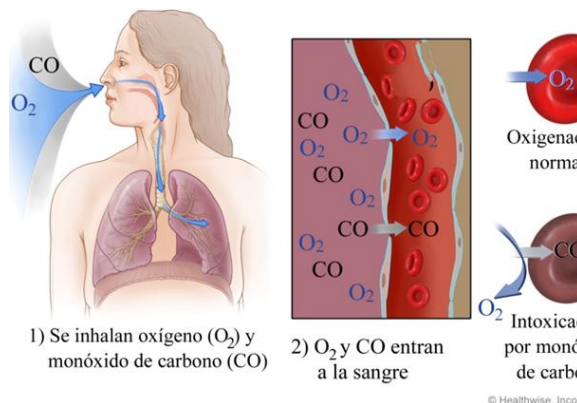
La narcosis es producida por el Nitrógeno, en conjunto con el Dióxido de Carbono y el Oxígeno.

Intoxicación por monóxido de carbono (CO)

En las actividades subacuáticas, el problema aparece cuando el buceador respira aire contaminado con CO, que a presión ambiente no es tóxico (25 partes por millón de CO), pero que ese mismo aire respirado a 30 metros de profundidad contendrá 100 ppm de CO, por lo que ya resulta tóxico. Se trata de un gas inoloro, incoloro e insípido, muy difícil de detectar al respirar la mezcla de nuestra botella y su presencia se da fundamentalmente en el proceso de recarga debido a que el operador del compresor no estuvo alerta a la presencia de aire contaminado en el ambiente donde el compresor tomó el aire. También se produce Monóxido de Carbono por la separación de las moléculas de aceite por alta temperatura dentro del compresor, llamado Crackeo Térmico.

Fisiopatología.

El CO tiene hasta 240 veces más afinidad por la hemoglobina (proteína que transporta el oxígeno vital para el metabolismo celular), que el O₂, y 40 veces más afinidad por la mioglobina (proteína que lo transporta a nivel muscular), y produce alteración a nivel de la respiración celular.



Síntomas.

Forma aguda: presenta sintomatología fundamentalmente neurológica, dolor de cabeza, náuseas, vómitos, alucinaciones visuales y auditivas, dificultad respiratoria y obnubilación. Pueden aparecer signos piramidales y extrapiramidales (temblores, movimientos incontrolados) y es frecuente el enrojecimiento de labios, mejillas y uñas color rojo cereza (especialmente en la etapa inicial). En intoxicaciones graves, pérdida de conciencia.

Forma crónica: se caracteriza por dolores de cabeza, pérdida del apetito, insomnio, irritabilidad, parestias faciales (hormigueos), vértigos, y anemia.

Prevención y tratamiento.

Uso de lubricantes y filtros adecuados en el compresor de carga, y evitar fuentes de CO en la toma de aire del compresor (ejemplo: humos del escape de un coche). Tratamiento extrahospitalario: oxígeno a la más alta concentración posible. A nivel hospitalario, administrar oxigenoterapia en cámara hiperbárica con el fin de: Aumentar el O₂ disuelto, corrigiendo la anoxia tisular (falta de O₂ en los tejidos) de forma inmediata; Favorece la separación de la hemoglobina del monóxido de carbono y su transformación en hemoglobina oxigenada.

Evita las secuelas neurológicas tardías.

Intoxicación por vapor de aceite

Esta intoxicación se da por respirar aire de un cilindro que contiene vapores de aceite, debido a que su sistema de filtrado es ineficiente, tiene su material filtrante saturado o su aceite está desnaturalizado por exceso de trabajo a altas temperaturas y sin los cambios recomendados. Tiene diferentes niveles de gravedad determinados por los tiempos de exposición del buceador respirando aire contaminado.

Síntomas

Náuseas, Mareos, Neumonía

Recomendaciones.

Es muy importante y es nuestra responsabilidad comprobar y oler el aire de nuestro tanque antes de cualquier inmersión, para tener mayor certeza de que está limpio y no contaminado. Si aprecias un extraño olor en el aire, no bucees con él, es realmente peligroso para la salud. También al bucear, podemos tener picazón en la garganta y tos.

Está regido por la ley de Boyle (accidente de tipo biofísico o mecánico). Durante el buceo con equipos y gracias a la acción del regulador, el gas penetra en los pulmones a la presión correspondiente a la profundidad en que se encuentre el buceador, al quedar equilibradas la presión intratorácica y la ambiental el volumen pulmonar permanece prácticamente constante.

Cuando el buceador realiza un ascenso normal, el regulador advierte una disminución de presión ambiente y va brindando aire cada vez con menos presión por lo cual el buceador sólo debe respirar tranquilo y continuo. En el caso de un ascenso rápido la presión ambiental disminuye drásticamente y el volumen del gas en los pulmones aumenta en forma exponencial de acuerdo a la ley de Boyle. El sujeto debe exhalar el aire en expansión mediante una correcta espiración prolongada, de lo contrario el volumen pulmonar creciente distiende el parénquima pulmonar, provocando la ruptura del mismo al sobrepasar su límite de elasticidad.

Este accidente produce la rotura alveolar cuando el gradiente de presión aire alveolar/ambiente es de 80 mm. Hg o más, es decir con un ascenso en escape libre hasta la superficie desde 1,2 metros de profundidad, se puede producir el cuadro.

Puede ser causado por un ascenso rápido sin poder exhalar correctamente, un ataque de tos, asma, bronquitis, reflejo laríngeo o un estado de pánico con ascenso descontrolado.

Accidentes del ascenso

Sobrepresión pulmonar

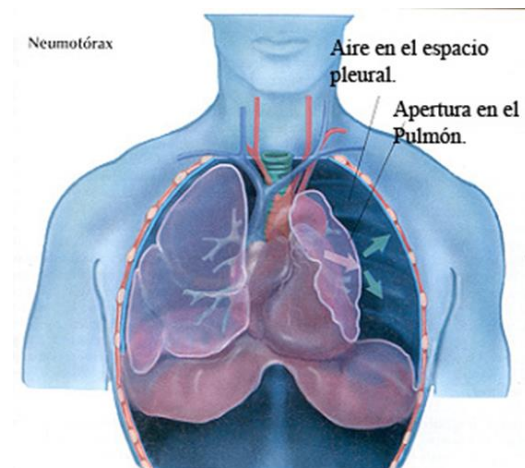
El accidente por sobrepresión pulmonar es un accidente grave y que ocurre cuando hay una rápida disminución de la presión ambiente y existe alguna razón para que la expulsión del aire alveolar no se produzca durante el ascenso del buceador.

El peligro no es el desgarro pulmonar en sí mismo, sino el que proviene del aire que escapa y puede quedar entre los tejidos o llegar al torrente sanguíneo. El aire libre en la cavidad torácica provocará una serie de fenómenos negativos al convertir dicha cavidad en un recipiente a presión pudiendo desplazar dicho aire hacia la base del cuello (enfisema subcutáneo), el espacio interpleural (neumotorax), hacia el mediastino (enfisema mediastínico) y en el peor de los casos, pudiendo llegar a la circulación pulmonar (embolismo arterial gaseoso), pasando al lado izquierdo del corazón y afectando principalmente a la circulación arterial coronaria, pulmonar y especialmente a la cerebral.



Neumotórax.

Cuando el aire en expansión se queda entre el pulmón y la pleura, se produce un neumotórax, pudiendo provocar un colapso del pulmón total o parcial. El neumotórax en sí mismo no es tan grave como la embolia gaseosa, ya que todavía podríamos respirar con el otro pulmón, pero el aire acumulado en la cavidad pleural produce compresión del pulmón al hacerse positiva la presión intrapleural, comprometiendo el intercambio gaseoso. Esta situación puede ser muy grave, más en un paciente con enfermedad pulmonar de base, aunque el colapso del pulmón no sea grande.



Los síntomas propios son el dolor torácico unilateral de presentación súbita, disnea y a la inspección se aprecia limitación de movimientos de la pared torácica, expandiéndose sólo del lado del pulmón sano. En caso de neumotórax a tensión aparece insuficiencia respiratoria severa y pueden aparecer signos de shock.

Clasificación.

Neumotórax a tensión.

Colapso completo del pulmón que ocurre cuando el aire sigue entrando pero no sale del espacio pleural. El mediastino se desvía hacia el lado contrario disminuyendo la capacidad residual funcional del otro pulmón, comprimiendo además los grandes vasos venosos, alterando el retorno venoso y produciendo un shock hemodinámico, además de insuficiencia respiratoria.

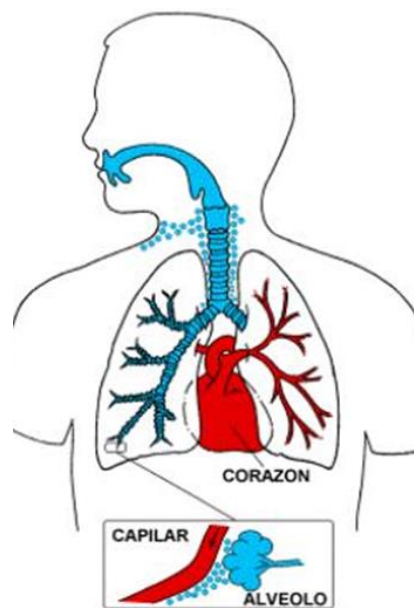
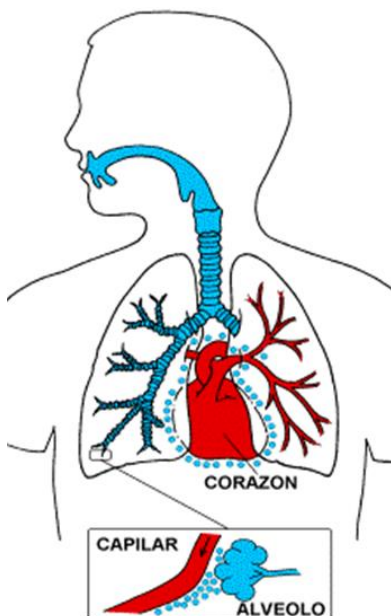
Los síntomas consisten en sensación de plenitud en el tórax, disnea, problemas para tragar y dolor retroesternal y en casos más graves síncope, shock e inconsciencia. Objetivamente se suele asociar a enfisema subcutáneo en la base del cuello.

Enfisema Mediastínico

En esta circunstancia, el aire se acumula en el centro del pecho y aunque no es una circunstancia tan grave como las anteriores, ese aire puede comprimir los principales vasos sanguíneos o incluso el corazón, lo que provoca una insuficiencia circulatoria que deriva en excesivo cansancio o desfallecimiento, pero siempre requerirá tratamiento médico apropiado.

Enfisema subcutáneo

El aire busca salida desde el mediastino y se sitúa en la base del cuello que es donde se encuentran los tejidos más suaves, el enfermo puede experimentar un cambio de voz y la piel en esa zona le puede crujir al tocarla. Las pequeñas acumulaciones de aire se manifiestan generalmente sin dolor ni otra sintomatología. Los enfisemas extensos, poco comunes, sí pueden provocar dolor y tener efecto compresivo, limitando la respiración.



Embolia Gaseosa Traumática

Una embolia es la que se produce cuando un cuerpo extraño obstruye el flujo sanguíneo. Si ese cuerpo está formado por gas (aero), se la conocerá como aeroembolismo. Esta es la lesión más grave de todas las que puede provocar una sobrepresión pulmonar, ya que el aire ha entrado al torrente sanguíneo a través de los alveolos rotos y llegará al corazón para luego fluir por el sistema arterial. Si el gas llega a las carótidas -lo que no es raro- provocará una obstrucción que impedirá que la sangre oxigenada llegue al cerebro, pudiendo provocar una apoplejía, inconsciencia, parálisis o muerte en el peor de los casos.

Los primeros auxilios recomendados para este tipo de lesiones disbáricas, aunque no pongan en peligro la vida inmediatamente, son siempre la administración de oxígeno. Esto beneficia al accidentado en dos sentidos, por un lado, la obstrucción que puede provocar una lesión por sobrepresión pulmonar disminuirá el reparto de oxígeno a través del riego sanguíneo (hipoxia) por lo que aumentar la cantidad del mismo favorecerá que llegue en mejores condiciones a todos nuestros tejidos y de esa manera evitamos que se deterioren o incluso se destruyan, por otro lado, la presión parcial del nitrógeno alveolar disminuirá y esto acelera la difusión del oxígeno y ralentiza el crecimiento de la burbuja ayudando a eliminarla.

Un paciente inconsciente que respira debe ser tumbado lateralmente sobre el lado izquierdo y con la cabeza apoyada para favorecer que las vías aéreas estén libres en caso de vómito. Si por el contrario no respirara, habrá que colocarlo tumbado boca arriba para comenzar con la RCP, desfibrilación o lo que convenga en cada caso. En el caso de un paciente consciente y que respira es aconsejable mantenerlo de costado durante todo el traslado hacia el hospital.

Es importante destacar que si un buceador realiza un escape libre de emergencia con equipo autónomo es generalmente por una falta de aire durante el buceo y en una situación donde el buzo está lejos de su dupla como para pedir le comparta aire. O sea dos errores técnicos complejos que pueden llevar a un accidente más grave aún.

Otra de las posibles causas por las cuales un buceador haga un ascenso descontrolado es, como habíamos visto, el pánico. Un buceador en pánico se ve expuesto a dos situaciones, o muere con desesperación los mordillos de la boquilla del regulador y busca angustiosamente la superficie sin exhalar el aire y padeciendo de ésta forma un síndrome de sobrepresión pulmonar o en el fondo deja de retener el regulador en la boca y comienza enérgicamente a respirar y sólo ingresa agua dando inicio a la asfixia por inmersión y sus consecuencias.

Enfermedad por descompresión (ED)

La Enfermedad de descompresión, es la respuesta patológica a la formación de émbolos de nitrógeno en sangre y tejidos por mala o escasa descompresión. procedentes del gas inerte disuelto en los tejidos, al reducirse la presión ambiente en el ascenso. Durante el ascenso, como hemos indicado, el gas se libera desde los tejidos a la sangre y de ésta a los pulmones, pero si la velocidad de liberación del gas es excesiva, pasa el gas de estar disuelto, a la formación de burbujas, siendo el efecto más importante la formación de embolismos en el retorno venoso, lo que da origen a varios síntomas y patologías que son los que abarca la enfermedad de descompresión.

La enfermedad de descompresión se produce cuando se forma una burbuja de gas de suficiente tamaño como para entrar en contacto con las paredes del vaso sanguíneo que la conduce. La burbuja tiene un tamaño mayor que el diámetro interior del vaso por lo que se comprime contra sus paredes provocando un bloqueo circulatorio en ese vaso. Siempre se produce en el retorno venoso ya que lo provoca el gas inerte disuelto en nuestros tejidos, generalmente nitrógeno aunque en inmersiones a profundidad puede ser el helio, por un ascenso a mayor velocidad de la requerida para dar tiempo a que llegue a nuestros pulmones, donde puede ser liberado por medio de la respiración. Por supuesto, no realizar las paradas de descompresión requeridas según la inmersión o realizarlas mal también son causa de la ED.

¿Cómo se produce la enfermedad de descompresión?

La ED se da por no respetar la velocidad de ascenso o algunas paradas de descompresión indicadas por las tablas.

Una vez formadas las burbujas, provocan la obstrucción de los vasos y disrupción en los tejidos. La obstrucción representa una importante limitación en la circulación y, por lo tanto, en la nutrición tisular. Provoca estasis venosa (retención de líquido) por lo que merma el volumen circulante. La disrupción en los tejidos provoca dolor por compresión de alguna terminal nerviosa o lesiones cutáneas o linfáticas

El riesgo de sufrir la enfermedad por descompresión se agrava con muchos de los siguientes factores:

Algunos defectos cardiacos, como un foramen oval permeable o un defecto del tabique auricular, Agua fría, Deshidratación, Volar después de bucear, Esfuerzo, Fatiga, Aumento de presión (es decir, la profundidad de la inmersión), Tiempo transcurrido en un ambiente presurizado, Obesidad, Edad avanzada, Ascenso rápido. El alcohol es uno de los principales factores que aumentan la susceptibilidad del accidente por descompresión, por causar vasodilatación y quebrar la tensión superficial del plasma sanguíneo.

Puesto que el exceso de nitrógeno sigue disuelto en los tejidos corporales muchas veces hasta más de 18 horas después de cada una determinada inmersión, quienes realicen inmersiones repetidas el mismo día tienen más probabilidades de padecer la enfermedad por descompresión que quienes realicen una única inmersión.

Un viaje aéreo inmediatamente después de haber realizado una inmersión (como puede suceder al final de unas vacaciones) expone a la persona a una presión atmosférica todavía más baja, lo cual hace que la enfermedad por descompresión sea algo más probable.

Es posible que se formen burbujas de nitrógeno en los vasos sanguíneos pequeños o en los propios tejidos. Los tejidos con un alto contenido graso, como los del cerebro y la médula espinal, son los más afectados, porque el nitrógeno se disuelve en grasa con mucha rapidez.

Enfermedad descompresiva de tipo I (leve)

Este tipo de enfermedad de descompresión por lo general causa dolor, que suele afectar las articulaciones de los brazos o las piernas, la espalda o los músculos; en ocasiones es difícil localizar la zona concreta. El dolor puede ser leve o intermitente al principio, pero es posible que después se intensifique con rapidez y sea intenso; puede ser punzante o bien, como a veces se describe, «profundo» o como «si algo estuviera perforando el hueso». Empeora con el movimiento.

Los síntomas menos comunes son prurito, erupción cutánea, inflamación de los nódulos linfáticos y fatiga extrema. Estos síntomas no son potencialmente mortales, pero pueden preceder a problemas más peligrosos.

Enfermedad descompresiva de tipo II (grave)

Es el tipo más grave de enfermedad por descompresión (tipo II) suele producir síntomas neurológicos, que van desde un leve adormecimiento hasta parálisis y la muerte. La médula espinal es especialmente vulnerable.

Los síntomas que indican la afectación de la médula espinal pueden incluir adormecimiento, hormigueo, debilidad o una combinación de los anteriores, y pueden darse en los brazos, en las piernas o en las cuatro extremidades. Una debilidad leve u hormigueo puede progresar en cuestión de horas hasta una parálisis irreversible. También puede producirse una incapacidad para controlar la orina o defecar. Es frecuente el dolor en el abdomen y la espalda.

Los síntomas de afectación cerebral son en su mayoría similares a los de la embolia gaseosa, e incluyen Cefalea, Confusión, Dificultad para hablar, Visión doble. La pérdida de consciencia es poco habitual.

Los síntomas de afectación pulmonar provocados por las burbujas de gas que viajan a través de las venas hacia los pulmones, producen tos y dolor torácico y empeoran progresivamente la dificultad para respirar (asfixia). Los casos graves, que son infrecuentes, pueden acabar shock y muerte.

Según la DAN, en la enfermedad descompresiva grave, la aparición de los síntomas, se produce antes de salir a la superficie o inmediatamente después.

Prevención.

Hay factores predisponentes, que debemos conocer para no caer en esta enfermedad de forma inexplicada. La edad es uno de ellos, habiéndose detectado un aumento de la incidencia de la ED a partir de los 45 años y otro la obesidad, que también predispone a la ED.

La deshidratación es un factor potenciador del ED muy importante, Debemos beber líquidos antes de bucear, así como también debemos hidratarnos después de la inmersión, aunque haya sido normal, para prevenir la aparición de cualquier síntoma. Desde luego no debemos tomar alcohol, no solo por sus efectos sobre nuestro sistema nervioso, sino también por la deshidratación y la pérdida de tensión superficial del plasma que ayuda a que posibles burbujas aumenten su tamaño por la menor resistencia externa.

También debemos evitar el ejercicio físico antes, durante y después de la inmersión. Las aguas frías predisponen para la AD y mucho más el pasar frío durante la inmersión. También y muy especialmente los aumentos en la tasa de CO₂, por lo que es una de las razones para que mantengamos una respiración regular y no realicemos esfuerzos intensos en nuestras inmersiones.

Cuando realizamos cualquier inmersión, siempre debemos ir directamente a la máxima profundidad y el desarrollo de la inmersión, debe ser bien mantener cota o bien ir perdiendo cota, es decir, si la inmersión se va a desarrollar en varias profundidades, nunca debemos dejar la máxima cota para el final, sino al revés, ya que un perfil de inmersión que

comience en cotas bajas, vaya profundizando, para realizar el ascenso desde cota máxima, provoca, según experiencia registrada, un mayor índice de accidentes inexplicados. Pero especialmente peligrosas, también comprobado a través de la experiencia, son las inmersiones llamadas “yo-yo”, es decir, inmersiones con perfil en sierra, en las que se sube y se baja de cota con frecuencia. Debemos realizar en todo buceo que realicemos a 10 o más metros de profundidad una parada de seguridad de 3 minutos a 5 metros de profundidad.

Por último, puede que influyan también aspectos psicológicos, por lo que es una razón más para desistir de bucear si simplemente no nos apetece y, desde luego, no realizar inmersiones que exceden nuestra experiencia o nuestros conocimientos. Debemos sentirnos a gusto en la inmersión y disfrutando del entorno, no en una situación de estrés.

Una vez terminada la inmersión, debemos tener presente que seguimos en un estado de sobresaturación, por lo que debemos mantener todas las precauciones que observamos en las paradas de descompresión: no variar la presión a la que nos encontramos, no someternos a cambios bruscos de temperatura, no hacer ejercicio físico intenso y en definitiva no alterar la tasa de CO₂, ni siquiera localmente.

No debemos hacer apneas tras una inmersión, ni realizar juegos, actividades o deportes que impliquen ejercicio físico intenso, es decir, nada que nos provoque fatiga. Tampoco debemos tomar baños de sol, saunas, ni someternos a situaciones de frío.

No debemos ducharnos con agua caliente, ni con agua fría. Simplemente que la ducha esté ligeramente tibia.

Tras varios días de inmersiones, suele recomendarse pasar un periodo de 24 horas en la superficie antes de hacer un viaje aéreo o de trasladarse a una zona de más altitud. Este plazo debe ser ampliado a 48 horas si hemos realizado inmersiones que requirieron paradas de descompresión.

Las personas que se han recuperado por completo de un trastorno por descompresión moderada deben abstenerse de practicar submarinismo por lo menos durante un periodo de 1 mes.

Las personas que han sufrido una descompresión, a pesar de haber seguido las recomendaciones de la tabla de inmersión o de la computadora, no deben volver a bucear hasta haberse sometido a una evaluación médica meticulosa para detectar factores subyacentes de riesgo, como un defecto cardíaco.

Tratamiento.

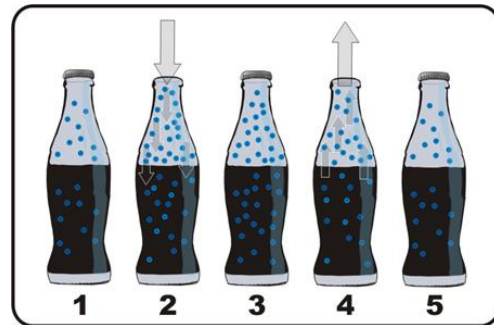
Oxígeno.

En algunas ocasiones, terapia de recompresión.

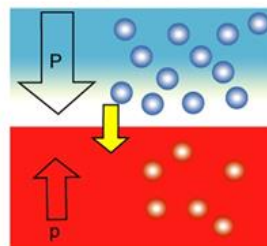
Alrededor del 80% de las personas se recuperan completamente.

Los buzos que solo experimentan prurito, erupción cutánea y fatiga por lo general no necesitan someterse a recompresión,

pero deben permanecer bajo observación porque pueden aparecer síntomas más graves. La respiración de oxígeno puro a través de una mascarilla bien ajustada puede proporcionar cierto alivio.

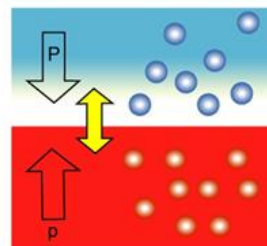


Descenso: El N₂ se disuelve en la sangre



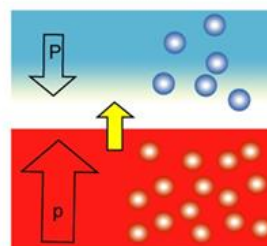
Sangre insaturada

Equilibrio: El N₂ se mantiene constante.



Sangre saturada

Ascenso: El N₂ disuelto pasa al aire.



Sangre sobresaturada

Cámara Hiperbárica

Una cámara hiperbárica es un recipiente hermético capaz de soportar presiones mayores a la atmosférica, donde se crea un ambiente hiperbárico (de presión mayor a la normal).

La Medicina Hiperbárica es la rama de la ciencia que estudia los cambios fisiológicos y fisiopatológicos de los seres vivos sometidos a presiones superiores a la atmosférica (BUCEO, TRABAJADORES BAJO PRESIÓN, CÁMARA HIPERBÁRICA) en su adaptación al medio y juntamente con las terapias de sus patologías asociadas.

Cámaras Multiplaza

Tienen dos o más compartimientos. Permiten el ingreso o la salida del personal y los pacientes a la misma mientras se mantiene la presión en los compartimientos principales. Su objetivo es brindar el tratamiento a dos o más personas, pudiendo estar siempre acompañados por el médico o el auxiliar especializado.



Cámaras Monoplaza

Cuentan con un compartimento único diseñado para un sólo paciente. Estos equipos no permiten el acceso directo al paciente durante el tratamiento. Generalmente se encuentran presurizadas con oxígeno, por lo que el paciente no necesita de una máscara.



La oxigenación hiperbárica tiene sus fundamentos en la medicina del buceo. De hecho sus comienzos se remontan a la década de 1930 cuando se comenzó a utilizar la respiración de oxígeno en las descompresiones de los buzos para acortar las mismas.

Los trastornos ocasionados por la enfermedad de descompresión requieren de tratamiento en una cámara hiperbárica. La terapia de recompresión restaura la circulación sanguínea normal y el oxígeno en los tejidos afectados. Después de la recompresión, la presión se reduce gradualmente con pausas preestablecidas para dar tiempo a que el exceso de gases abandone el organismo sin causar daños.

Puesto que los síntomas pueden reaparecer o empeorar al cabo de 24 horas, se somete a tratamiento incluso a las personas que solo presentan dolor moderado o transitorio, o síntomas neurológicos.

La terapia de recompresión es beneficiosa hasta 48 horas después del buceo y debe ser aplicada aun cuando llegar a la cámara más próxima requiera hacer un viaje importante. Durante el tiempo de espera y durante el transporte debe administrarse oxígeno. Los retrasos prolongados en el tratamiento aumentan el riesgo de que las lesiones resulten permanentes. El mejor consejo para los buzos deportivos que desean bucear después de haber tenido una ED es esperar a que pasen cuatro semanas libre de síntomas; y buscar la evaluación de un médico para determinar si existe una predisposición a la enfermedad disbárica.

La Cámara Hiperbárica no solo se utiliza para el tratamiento de accidentes de buceo sino que también se llevan a cabo el tratamiento de diversas patologías a través de lo que se conoce como Oxigenación Hiperbárica (OH)

El fundamento principal es la utilización de oxígeno puro a presiones por encima de 1,6 ATA. Podemos definir la oxigenoterapia hiperbárica, como un método terapéutico en el que respira oxígeno puro a presiones parciales superiores a la presión atmosférica. Este oxígeno termina de saturar la hemoglobina de la sangre arterial y venosa y se disuelve en el plasma, siguiendo la mecánica de la ley de Henry con efectos terapéuticos.

Es la utilización del oxígeno como una droga cuya dosis está dada por la presión parcial de oxígeno y el tiempo transcurrido a esa presión y donde el sistema de aplicación es la cámara hiperbárica.

El paciente está cómodamente sentado o eventualmente acostado en el interior de la cámara donde mediante una máscara oronasal o un dispositivo cefálico tipo casco respira oxígeno puro.

El aumento de la presión sólo se percibe en los oídos. Mediante instrucciones sencillas el paciente aprende a compensar las presiones sin dificultad. Siempre son acompañados durante todo el tratamiento en el interior de la cámara por personal debidamente capacitado para tal fin.

Ahogamiento

Se considera ahogamiento el hecho de sufrir dificultades respiratorias como consecuencia de la sumersión o inmersión en un líquido

En determinadas condiciones en un sujeto sano y no extenuado penetra agua en sus vías respiratorias superiores determinando reacciones defensivas de tos, espasmo de la glotis y actos reflejos de deglución que determinan que la trague y no la inhale por un período, permaneciendo al principio los pulmones secos. Cuando vuelve en sí, ya fuera del agua vomita grandes cantidades de agua. Es decir que poca cantidad de agua ingresa a los pulmones, traga mucha cantidad que, lógicamente, se acumula en el estómago. A veces el caudal de agua que ingresa en el sistema respiratorio externo es mayor por lo que se agrava el accidente y la patología.

En los casos de ahogamiento la reanimación cardiopulmonar (RCP) inmediata y efectiva para la persona lesionada es el factor de sobrevivencia más importante.

Los buzos deben estar familiarizados con el problema del ahogamiento y con las técnicas de rescate y reanimación.

El proceso de ahogamiento se da en etapas:

- 1) Sorpresa, en la cual la víctima intenta mantener la cabeza fuera del agua, con inhalaciones profundas y movimientos de los brazos hacia abajo.
- 2) La víctima lucha para mantenerse a flote mientras hiperventila, lo cual puede resultar en flotación negativa.

3) Ocurre la inmersión y se inicia el reflejo de apnea. La urgencia por respirar se vuelve más y más fuerte mientras la víctima consume el resto de oxígeno disponible del aire remanente en sus pulmones.

4) Después de 2 o 3 minutos, la combinación de falta de oxígeno y la fuerte urgencia de respirar, causada por la acumulación de bióxido de carbono, provoca que la víctima empiece a respirar bajo el agua.

5) El individuo, aunque inconsciente, inicia el reflejo de tragar agua para prevenir la entrada de agua a los pulmones, por lo que muchas víctimas tendrán el estómago lleno de agua.

6) A medida que el oxígeno se consume, la urgencia por respirar es mayor. El reflejo de tragar permite una respiración profunda. El agua entra a los pulmones, lo que provoca que el individuo tenga flotabilidad más negativa, mientras intenta respirar estando inconsciente. Si la víctima de ahogamiento es rescatada antes de la aspiración (respiración de agua), y si la ventilación se restablece antes del paro cardíaco con daño cerebral permanente, es posible la recuperación completa.

El tratamiento para el ahogamiento depende del restablecimiento de la respiración y la función cardíaca, así como la obtención de asistencia de personal médico calificado. Si es necesario, inmediatamente evalúe los CAB (circulación, vía aérea y respiración)

Saque al buzo del agua y realice 5 ventilaciones de rescate inmediatamente.

Inicialmente, tras la sumersión, la víctima presa del pánico inhibe su respiración mientras lucha y se agita violentamente. La agitación poco a poco desaparece mientras pequeñas cantidades de aire salen de los pulmones y de la misma forma grandes cantidades de líquido son tragadas y aspiradas. Los vómitos están frecuentemente asociados en relación a la ingestión de gran cantidad de líquido. Finalmente desaparecen todos los reflejos de la vía aérea y el agua penetra pasivamente en la tráquea, sucumbiendo y produciéndose la parada cardíaca. Pero también existen situaciones donde la víctima sufre inicialmente un laringoespasma que no permite la entrada de líquido y la muerte se produce por ausencia de ventilación e hipoxia.

La asfixia es el primer determinante de la mortalidad tanto temprana como tardía. Por tanto, el primer objetivo en la resucitación es corregir la hipoxemia y establecer la circulación ya en el lugar del accidente. Se deben iniciar las medidas tendentes a la ventilación pulmonar, mediante la respiración boca /mascara o la administración de altas concentraciones de oxígeno, si se dispone de él, incluso a las víctimas conscientes y sin aparente dificultad respiratoria.

Es primordial la adecuada limpieza de la vía aérea antes de proceder a la ventilación y el manejo del paciente como si existiera lesión de la columna cervical. Las víctimas de ahogamiento que presentan hipotermia severa deben ser sometidas a una rápida y continuada reanimación hasta que se logre actividad cardíaca.

La hipotermia hace extremadamente irritable el miocardio, por lo que es necesario en ocasiones, múltiples choques para revertir la fibrilación hasta que la temperatura alcance los 33-35°C.

RCP en casos de ahogamiento.

En éstos casos es de vital importancia, luego de la extracción de la víctima, la evaluación y la activación del servicio de emergencia solicitando un DEA y Oxígeno, suministrar 5 ventilaciones iniciales de rescate, para luego proseguir con el protocolo standard.



El Oxígeno

El oxígeno es el principal componente de nuestro sistema básico de soporte de vida y a pesar de esto es potencialmente peligroso. Es un elemento clave de la química orgánica, al formar parte del agua (H₂O), de los óxidos, de los seres vivos y de casi todos los ácidos y sustancias orgánicas. Se trata de un gas incoloro, inodoro e insípido, que es muy reactivo y que resulta esencial para la respiración.



La disminución anormal de la presión parcial de oxígeno en la sangre se conoce como hipoxemia. La hipoxia, por su parte, es la disminución de la difusión de oxígeno en los tejidos. En cuanto a la anoxia, se trata de la falta casi total o absoluta de oxígeno. La anoxia puede llevar a la muerte del organismo.

No podemos sobrevivir sin él, pero exposiciones prolongadas a presiones elevadas pueden producir Hiperoxia, causar serios problemas.

Los accidentes de buceo que requieren administración de oxígeno medicinal en forma inmediata y obligatoria son fundamentalmente tres: la sobrepresión pulmonar, el accidente de descompresión o enfermedad descompresiva y el ahogamiento.

En todas estas situaciones, la asistencia inmediata con oxígeno podrá, además de salvar la vida del buceador, conseguir que el pronóstico sea mejor y que disminuyan las probabilidades de secuelas permanentes.

Efectos del oxígeno en casos de ahogamiento

Aunque lo más importante en la evolución del paciente es el grado de hipoxia cerebral, el mecanismo por el que ésta se produce tiene un carácter general, ya que la presión parcial de oxígeno está disminuida en la sangre (hipoxemia) y secundariamente en todo el organismo.

Esta hipoxia es debida a la alteración del intercambio gaseoso a nivel pulmonar debido a la obstrucción de las vías respiratorias y pulmones por la entrada de líquido desde el exterior.

Para combatir dicha hipoxia, deberemos tratar con oxígeno desde un primer momento al buceador, para así aumentar las presiones parciales circulantes y reducir los niveles de hipoxia, principalmente en los tejidos y órganos más sensibles a la misma como son el cerebro y el corazón

Efectos del oxígeno en las enfermedades disbáricas

En la **enfermedad descompresiva** y en los casos graves de sobrepresión pulmonar, se liberan burbujas dentro de los vasos sanguíneos que pueden provocar la obstrucción de la circulación y una falta de riego sanguíneo en una zona del organismo, con la consiguiente falta de oxígeno, produciéndose un daño o incluso la muerte celular.

Este mecanismo de obstrucción brusca de la circulación de un territorio por burbujas intravasculares de gas es lo que se denomina embolismo gaseoso. Se ha comprobado que con el empleo del oxígeno se consigue saturar al máximo la hemoglobina en su capacidad de transporte de oxígeno y se aumenta la cantidad de oxígeno disuelta en el plasma. Este oxígeno disuelto, es de vital importancia para recuperar el tejido hipóxico, sobre todo en las áreas con menor circulación.

En caso de enfermedad descompresiva, el oxígeno tiene la propiedad de favorecer y acelerar la eliminación del nitrógeno (N₂) disuelto en los tejidos.

La inhalación de oxígeno al 100 % hace descender la presión parcial del nitrógeno inspirado, con lo que se produce una "desnitrogenización" mediante un fenómeno de gradientes de presión, además que suministrar un gas sin presencia de nitrógeno produce grandes diferenciales de presión de éste gas entre el plasma sanguíneo y las burbujas, forzando a éstas a difundir y formar burbujas más pequeñas.

Cuando un individuo respira oxígeno puro, el N₂ pasa, por diferencias de presión, desde los tejidos a la sangre venosa y por aquí llega a los pulmones eliminándose por la respiración.

Del mismo modo, en los cuadros de **sobrepresión pulmonar** en los que no se haya producido aeroembolismo arterial pero sí cuadros de enfisema subcutáneo o mediastínico, el oxígeno disminuye las zonas de enfisema, pudiendo incluso acelerar la resolución de un posible neumotórax.

En todos los casos, es fundamental el empleo del oxígeno

- Lo más rápidamente posible
- A la máxima concentración (100%)
- Con un flujo elevado (10 a 15 litros aprox.)
- Durante el mayor tiempo posible

Es importante tener en cuenta que aunque el buceador mejore después de un corto periodo de tiempo respirando oxígeno, debemos continuar administrándolo hasta su traslado a una unidad hiperbárica hospitalaria, para evitar que aumente de nuevo la presión parcial de N₂, con riesgo de nueva formación de burbujas y recaída.

La administración de oxígeno debe ser realizada sin interrupciones ya que la toxicidad en el sistema nervioso central no es una preocupación cuando la PO₂ máxima es de 1 atmósfera. Los únicos motivos para suspender la administración de oxígeno en víctimas conscientes, es por aparición de convulsiones o vómitos o para suministrar líquidos.

El hecho de respirar oxígeno puro puede irritar los pulmones (toxicidad pulmonar por oxígeno) pero a nivel del mar la toxicidad pulmonar (con frecuencia manifestada por dolor en el pecho o sensación de quemazón en los pulmones) requiere de 12 a 16 horas de exposición continua. Si bien estos tiempos pueden acortarse cuando la PpO₂ es mayor a 1, dichos síntomas son raros y la administración de oxígeno no debería ser negada o arbitrariamente detenida en un intento de prevenir síntomas que tomarían muchas horas en presentarse.

Sistema de administración de oxígeno

Componentes básicos

- Botellón de oxígeno
- Caudalímetro o manorreductor.
- Tubo o manguera de conexión.
- Dispositivos de suministro de oxígeno.
- Maleta de transporte.

Botellón de oxígeno.

Consiste en un recipiente fabricado para soportar altas presiones. Si bien su principio de construcción es idéntico al de los botellones de otros gases a presión, posee algunas características que debemos conocer:

Sólo deben ser cargadas de oxígeno para uso medicinal. Los colores de identificación son el negro con la ojiva blanca (España) o el verde (EEUU). La presión máxima de trabajo suele ser de 200 kg/cm², pero es frecuente que sólo las carguen a 150 kg/cm².

En su parte superior, el botellón lleva roscada una válvula o grifo que debe estar normatizado para el uso de oxígeno a alta presión.

Caudalímetro o manorreductor.

Consiste en una válvula reductora de presión, que disminuye la presión existente en el botellón (150-200 kg/cm²) a una presión adecuada para su empleo, mediante el acoplamiento de un sistema para suministro a flujo constante o un regulador de demanda inspiratoria.

Permite conocer la presión de carga del botellón, mediante un manómetro para alta presión.

Permite variar el caudal de oxígeno que proporciona el regulador, en un rango que varía entre 0 y 15 -25 litros por minuto (lpm), según los modelos. Por ello, este regulador se denomina normalmente caudalímetro.

El acoplamiento al grifo puede realizarse mediante distintos sistemas



Tubo o manguera de conexión.

Consiste en un tubo flexible de plástico que conduce el oxígeno hasta la mascarilla. En sus extremos posee unos conectores adaptados al tipo de dispositivo de suministro de oxígeno que vayamos a emplear. Para los sistemas de flujo continuo (mascarillas pocket y con bolsa de reservorio), el acoplamiento se hace simplemente introduciendo a presión el extremo del tubo en el conector correspondiente del caudalímetro.

Para el regulador a demanda inspiratoria, se necesita un tubo especial, con conectores roscados en sus dos extremos.



Podemos diferenciarlas entonces en dos tipos:

- A. Mascarillas de flujo continuo
 - 1. Pocket Mask.
 - 2. Resucitador de mano tipo Ambu.
 - 3. Non Rebreather Mask o con bolsa de reservorio.
- B. Mascarilla con regulador a demanda inspiratoria.

Mascarillas Pocket-Mask o Máscara de Bolso.

Consiste en una mascarilla transparente y flexible, que puede ser plegada para mayor comodidad.

Posee una válvula anti retorno para aplicar respiración artificial boca a boca y según los modelos, un conector que permite acoplar un tubo de oxígeno para suministro continuo. El diámetro del orificio nos permite acoplar un resucitador manual tipo Ambu.

Mascarillas.

Las mascarillas para sistemas de O₂ comúnmente encontrados por ser de bajo costo, son los de flujo constante, compuestos de una primera etapa con un regulador de flujo constante regulable de 3 a 20 Lts. por minuto. El problema con esos equipos es que hay mucho desperdicio de gas cuando los comparamos a los sistemas de demanda.



Resucitador de mano tipo Ambu. (Air Mask Bag Unit).

Consiste en una mascarilla acoplada a una bolsa de material plástico elástico, con una válvula unidireccional en cada extremo, que puede ser comprimida manualmente para insuflar aire a un accidentado que se encuentre inconsciente o con la respiración muy deprimida.



Non Rebreather Mask o Máscara con bolsa de reservorio.

Sin duda la máscara más indicada para ser utilizada con el sistema de flujo constante es la Non-Rebreather Mask, que contenga 2 válvulas laterales y una bolsa de volumen, minimizando al máximo el contacto con aire externo y la pérdida de gas, ya que cuando la víctima se encuentra exhalando, el gas que fluye, ingresa a la bolsa de reservorio para ser inhalada nuevamente y no es desaprovechado como sucede en la Pocket Mask.

Es importante tener en cuenta, que la bolsa de reserva debe ser llenada antes de iniciar la aplicación y que no debe entrar en colapso durante la inhalación.



Demand Valve Mask o Mascara con válvula a demanda.

El sistema más indicado para la aplicación de O₂ es el Demand Valve. Dicha válvula a demanda lleva acoplada una mascarilla que cubre la boca y nariz. El gas sólo fluye cuando el buceador respira.

Ese sistema permite una concentración de O₂ de 100% sin que haya desperdicio de gas, y la respiración es tan o más fácil que en los reguladores de buceo.

Otra de sus ventajas es que se consigue una mayor duración del suministro de oxígeno que los sistemas de flujo continuo, ya que sólo suministra oxígeno al efectuar una inspiración.



Las válvulas más completas para el suministro de Oxígeno son sin dudas las llamadas MTV (Manually Triggered Ventilator), ya que son válvulas a demanda pero que además tienen un botón de presión positiva que al accionar, inyectan mecánicamente oxígeno a la víctima en el caso de que la misma este en paro respiratorio.



Posición Supina

La víctima queda acostada de Cubito Dorsal.

Esa posición es indicada para las víctimas conscientes y atentas que no presentes ninguna señal de náuseas o vómitos.

Posición de la víctima.

Actualmente existen 2 posiciones indicadas por los especialistas: la posición Supina Comatosa y la posición Supino.

Posición Supino Comatosa

Es la indicada cuando la víctima respira pero está inconsciente, con náuseas o vomitando.

La víctima debe ser puesta de lado con la cabeza más baja para facilitar la eliminación de fluidos gástricos y evitar así una obstrucción de las vías aéreas.

La víctima en esta posición debe ser monitoreada siempre debido a la posibilidad de que vomite.



Evaluación Neurológica

Guía RÁPIDA (FAST) de DAN (Divers Alert Network) para la evaluación neurológica

En la práctica del buceo estamos expuestos a sufrir alguno de los accidentes antes mencionados en este libro, lo que puede llevar a la presencia de afecciones neurológicas. Saber cómo identificar una lesión neurológica y realizar una evaluación neurológica puede brindar información valiosa si se encuentra con alguien que tiene un derrame cerebral o una lesión de buceo con efectos neurológicos. Estos signos pueden ser vagos y quedar sin reconocerse, lo cual puede demorar el tratamiento. Use la palabra en inglés FAST para ayudarse a recordar los signos usuales de la lesión neurológica.

F – Facciones paralizadas: Esto ocurre por lo general solamente en un lado de la cara, y se relaciona usualmente con problemas para hablar.

A – Aparición de debilidad en los brazos: Evalúe la debilidad del brazo pidiendo a la persona que suba los dos brazos y doble sus muñecas durante 10 segundos. La debilidad se indica si el brazo se baja o si la muñeca se endereza.

S – Súbito dolor de cabeza grave, dificultad para hablar: Esto se refiere a la dificultad para hablar con claridad. Algunas personas podrían experimentar un dolor de cabeza intenso y súbito.

T – Tiempo: Esto es esencial para responder ante una lesión neurológica. Mientras más rápida sea la respuesta, es más probable tener una recuperación total, así que minimizar el tiempo de respuesta es algo esencial.

Llame a los servicios de emergencia al primer signo de lesión

El examen neurológico precoz a una víctima de un accidente es de extraordinario valor, en relación a la evolución, control y como antecedente clínico.

1) Orientación

Consignar si la persona sabe su nombre, edad, lugar actual, fecha, hora del día. Considerar el estado de alerta y seguridad en las respuestas o confusión e inexactitud.

2) Ojos

Mostrar a la persona 2 o 3 dedos y pedir que responda cuántos dedos ve.

Consignar la certeza. Efectuar la prueba por ojos separado y después con ambos.

Pedir que siga la mano hacia arriba, abajo y a ambos lados, consignar simetría de movimientos oculares. Chequear las pupilas, simetría y tamaño.

3) Cara

Pedir a la persona que arrugue la frente, mejillas, que muestre los dientes, consignar la simetría. Hacer abrir y cerrar la boca. Consignar fuerza muscular y simetría de maseteros, observando el movimiento y la tensión en el movimiento de la mandíbula.

4) Oídos

Evaluar la audición por el clap-clap (ruido entre el pulgar y el dedo medio) a unos 50 cm de cada oído.

Chequear la audición con movimientos en abanico de la mano acercándola al oído, efectuar este test en ambos lados. Consignar simetría.

5) Reflejo de deglución (trague)

Solicitar a la persona que degluta, observar la realización del reflejo completo en forma normal o la imposibilidad de su realización.

6) Lengua

Hacer sacar la lengua, pedir movimientos hacia ambos lados, observar desviación y simetría.

7) Tono muscular

Consignar simetría de tono en movimientos pasivos. Comparar la fuerza de hombros, brazos, manos, piernas, muslos; siempre consignar simetría.

8) Percepción sensorial

La persona debe permanecer con los ojos cerrados. Toque ligeramente la piel en distintos sectores del cuerpo. Consigne sensibilidad y compare zonas similares de ambos lados.

9) Balance y coordinación

Pedir al buzo que se ponga de pie y con ambos ojos cerrados; observar si se mantiene en pie, si tambalea o se va al suelo; en esta prueba es necesario estar preparado para recibir a la persona y evitar que se cause daño en caso de desplomarse. Pedir coordinación índice-nariz, con ambas manos. Consignar si no se puede realizar este paso del examen. Es conveniente practicar estos exámenes neurológicos en personas sanas para tener cierta expedición frente a un accidentado.

10) Función urinaria

Verificar horario de última micción espontánea normal.



Examen neurológico

Historia clínica

Fecha _____ Hora _____

Nombre _____ Apellido _____

Lleve a cabo el examen "F A S T"

☐ Facciones Paralizadas ☐ Aparición de debilidad en brazos ☐ Súbito dolor de cabeza /alteraciones en el habla ☐ Tiempo (anote hora y active SME)

Aplique el concepto "S A M P L E"

Signos y síntomas

Alergias _____

Medicamentos _____

Preexistentes: condiciones preexistentes _____

La última vez que se consumió algo por vía oral (qué y a qué hora) _____

Eventos que dieron lugar al incidente _____

Para los buzos:

Inmersiones durante las 24 horas anteriores:

Última inmersión – Profundidad _____ Tiempo de fondo _____ Gas inhalado _____

Intervalo de superficie _____

Inmersión anterior – Profundidad _____ Tiempo de fondo _____ Gas inhalado _____

Intervalo de superficie _____

Inmersión anterior – Profundidad _____ Tiempo de fondo _____ Gas inhalado _____

Intervalo de superficie _____

Inmersión anterior – Profundidad _____ Tiempo de fondo _____ Gas inhalado _____

Intervalo de superficie _____

Inmersión anterior – Profundidad _____ Tiempo de fondo _____ Gas inhalado _____

¿Algún incidente en alguna inmersión? _____

Tipo de planificación:

☐ Computadora ☐ Tablas de buceo ☐ Otro

Ubicación de algún dolor _____

¿Cambia el movimiento el nivel de dolor?

☐ Sí ☐ No

NOTA: adjuntar los comentarios del compañero de buceo y/o testigos: _____

Línea de Emergencias (+1-919-684-9111)





Examen neurológico

Signos vitales Pulso _____ Frecuencia respiratoria _____

Función mental

Conciencia (marque una opción):

- ☐ Alerta
☐ Verbal
☐ Dolor
☐ Inconsciente

Orientación (marque las respuestas incorrectas):

- ☐ ¿Cuál es su nombre?
☐ ¿Dónde se encuentra?
☐ ¿Qué día y qué hora es?
☐ ¿Por qué está en este lugar?

Capacidad para obedecer órdenes ☐ Sí ☐ No
 "Saque la lengua y cierre los ojos".

Nombrar 3 objetos (¿Puede explicar la relación?) ☐ Sí ☐ No

Razonamiento abstracto: ☐ Bien ☐ Mal

Por ejemplo: padre/hijo estudiante/maestro lápiz/papel

Cálculos: contar hacia atrás desde 100 en intervalos de 7 (trace un círculo alrededor de los números omitidos):

93 86 79 72 65 58 51 44 37 30 23 16 9 2

Memoria: recordar los 3 artículos que se identificaron anteriormente:

☐ Sí ☐ No

Nervios craneales

Ojos (trace un círculo alrededor de cualquiera de las direcciones en las que no pueda mirar): Izquierda Derecha Arriba Abajo

Simetría facial "Cierre los ojos y sonría" ☐ Simétrico ☐ Asimétrico

Audición simétrica a aproximadamente 1 pie (30 centímetros): ☐ Sí ☐ No

Función motora

Escala (indíquela en el espacio en blanco situado junto al área):

Normal(N) Débil(D) Parálisis(P)

Parte superior del cuerpo	Hombros I___ D___	Parte inferior del cuerpo	Flexores de la cadera I___ D___
	Biceps I___ D___		Cuádriceps I___ D___
	Triceps I___ D___		Isquiotibiales I___ D___
	Separación de los dedos I___ D___		Elevación del pie I___ D___
	Fuerza de prensión I___ D___		Descenso del pie I___ D___

Coordinación y equilibrio

Prueba dedo-nariz ☐ Normal ☐ Anormal

Marcha ☐ Normal ☐ Poco firme ☐ No pudo

Signo de Romberg ☐ Positivo ☐ Negativo

Repetición del examen

Hora _____ Comentarios _____

Hora _____ Comentarios _____

Línea de Emergencias (+1-919-684-9111)



Organismos Acuáticos Peligrosos

Con respecto a las especies acuáticas peligrosas, se pueden distinguir dos tipos de riesgos: lesión o intoxicación debido al contacto directo con especies predatoras o venenosas, y enfermedades infecciosas transmitidas por especies cuyos ciclos de vida están vinculados al ambiente acuático.

Generalmente, los organismos acuáticos ocasionan lesiones por:

Rozar accidentalmente con un organismo flotante venenoso

Pisar de manera inadvertida una raya de aguijón, pez araña o erizo de mar

Tener contacto con organismos venenosos en la orilla

Invadir el territorio de animales grandes cuando se está en la orilla o nadando

Nadar en aguas usadas como terreno de caza por predadores grandes; o interferir intencionalmente o provocar a organismos acuáticos peligrosos.

Muchos accidentes graves se pueden evitar a través de una mayor educación y concienciación pública. Por lo tanto, es importante identificar y evaluar los peligros que varios organismos acuáticos representan para una región específica y difundir los resultados.

Esta mayor concienciación debe estar dirigida a grupos de riesgo específico (por ejemplo, aquellos que han sufrido efectos adversos sobre la salud) incluida la población local y visitante.

Organismos no venenosos.

Los animales que transmiten enfermedades son generalmente

pequeños y no representan mayor amenaza ya que son pocos los que tienen la enfermedad.

Los animales grandes, tales como ballenas, pueden resultar muy intimidantes y presentar una amenaza para los seres humanos sólo por su tamaño, mientras otros animales tales como hipopótamos o cocodrilos representan una amenaza real para la salud humana.

Transmisores de enfermedades.

Mosquitos.

Los ambientes tropicales de agua dulce sirven de refugio para los mosquitos. Los mosquitos hembra se deben alimentar de sangre (humana o animales) para desarrollar sus huevos. Al succionar, los mosquitos pueden ingerir organismos portadores de enfermedades de una persona o animal infectado.

En su siguiente succión transmitirán el agente patógeno a otra persona, la cual propagará la enfermedad. Todos los mosquitos pasan por una etapa de larva acuática, pero los requerimientos ecológicos exactos varían para las diferentes especies en las diversas regiones.

Las enfermedades arbovirales (arbo = transmitidas por artrópodos) son causadas por infecciones transmitidas exclusivamente por mosquitos. Estas enfermedades incluyen fiebre amarilla, dengue y varios tipos de encefalitis tales como encefalitis japonesa, relacionada con campos de arroz inundados en el sur, sudeste y este asiático. Muchas de estas infecciones pueden prevenirse, sobretodo la fiebre amarilla y la encefalitis japonesa. Sin embargo, la fiebre de dengue y su variante más severa conocida como

dengue hemorrágico no disponen de una vacuna. Los mosquitos Aedes que transmiten el virus del dengue se reproducen en pequeñas acumulaciones de agua en ambientes artificiales (de allí que los asentamientos urbanos/humanos estén asociados con la distribución de la enfermedad).

Caracoles de agua dulce.

Algunas especies de caracoles pequeños de agua dulce habitan en lagos tropicales (naturales o artificiales), ríos de poco caudal y canales de irrigación y drenaje de sistemas de producción agrícola contaminados con heces de seres humanos. Estos caracoles son huéspedes intermedios esenciales para el desarrollo larval de los parásitos tremátodos del género Schistosoma. Una vez que las larvas se desarrollan dentro del caracol en su etapa infecciosa, son liberadas en el agua para luego adherirse y penetrar en la piel humana.

A través de una compleja trayectoria por el cuerpo humano (y una metamorfosis asociada) se transforman en gusanos tremátodos adultos que viven en las venas del hígado o vejiga urinaria. Los seres humanos infectados con parásitos Schistosoma sufren una enfermedad tropical que poco a poco se vuelve crónica, debilitadora y potencialmente letal, conocida como bilharziasis o esquistosomiasis. Los síntomas comunes incluyen fiebre, anemia y daño a los tejidos.

Organismos peligrosos ‘dentro del agua’.

Pirañas (agua dulce).

Las pirañas sólo se encuentran en las aguas dulces del norte de Sudamérica, en la cuenca amazónica. La especie más grande es Pygocentrus piraya que alcanza un tamaño de 60 cm. Las pirañas tienen mandíbulas poderosas, con dientes muy afilados que usan para atacar en grupo y matar grandes animales de presa. Pueden ser peligrosas para el hombre. Basta agitar la superficie del agua para atraer a un cardumen de pirañas.

Serpientes (agua dulce).

Algunas serpientes de agua dulce grandes pero no venenosas tales como la anaconda semi-acuática, puede representar un peligro para la vida humana. La anaconda, que llega a medir hasta 7,6 m habita en la parte tropical de América del Sur. Generalmente, las anacondas aprietan y sofocan presas grandes, para luego morderlas ferozmente (sin veneno) antes de enrollarse. Si bien se han reportado ataques a seres humanos, la serpiente no es agresiva con las personas y por lo general, intentará escapar ante la presencia del hombre.

Peces eléctricos (aguas dulces y marinas).

Aproximadamente 250 especies de peces tienen órganos especiales que producen y descargan electricidad y por lo tanto, liberan poderosas descargas eléctricas. El pez eléctrico usa estos órganos especiales para localizar y adormecer a la presa, como un medio de defensa y para nadar.

La descarga eléctrica se produce cuando una persona tiene un contacto con la piel del animal. La mayoría de peces eléctricos emite continuamente una descarga eléctrica de bajo voltaje en una serie de pulsaciones. Sólo existen dos grupos de peces eléctricos que representan una amenaza para los seres humanos. El más peligroso es la anguila eléctrica de agua dulce (*Electrophorus electricus*) capaz de producir un campo eléctrico de más de 600 voltios. Puede crecer hasta 3,4 m y habita en ríos poco profundos en áreas tropicales y subtropicales de América del Sur. Es quizás el único pez eléctrico capaz de matar a un ser humano adulto.

Los peces eléctricos marinos más potentes son las rayas torpedos (*Narcine* sp. Y *Torpedo* sp.) que habitan en los fondos de mares templados y cálidos de poca profundidad. El potencial eléctrico de las rayas eléctricas es muy variable, algunas generan electricidad de hasta 220 voltios. Las descargas se usan como medio de defensa y si bien son lo suficientemente fuertes para ser peligrosas, no son fatales.

Tiburones (principalmente aguas marinas).

Si bien los tiburones abundan principalmente en aguas tropicales y sub-tropicales, habitan en todos los océanos a excepción del Océano del Sur alrededor del continente Antártico. La mayoría de especies son marinas y se encuentran a cualquier profundidad. Algunas especies de tiburones migran regularmente de las aguas salobres a las dulces, pero sólo unas pocas habitan en lagos y ríos de agua dulce. No todas las especies de tiburones representan un peligro para el hombre.

Los tiburones son atraídos por objetos metálicos brillantes y coloridos, olor a sangre, por ejemplo, de peces muertos así como por vibraciones y explosiones de baja frecuencia. Asimismo, los tiburones se sienten atraídos por vertederos de basura en la orilla. En aguas tropicales, la mayoría de ataques a seres humanos ocurre durante sus horas habituales de alimentación, es decir, al atardecer o durante la noche.

El gran tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) habita generalmente en mar abierto, pero algunos nadan en aguas poco profundas. La mayoría de ataques a personas ha ocurrido en estuarios. El gran tiburón blanco es responsable de la mayor cantidad de ataques a seres humanos reportados. Se cree que confunden al hombre con su presa, que normalmente es una foca.

Tiburón tigre (*Galeocerdo cuvier*). Esta especie se encuentra muy expandida en los trópicos y sub-trópicos. Luego del gran tiburón blanco, el tiburón tigre es el principal responsable de los ataques reportados.

Tiburón mako (*Isurus oxyrinchus*). Por lo general, habita en mar abierto y océanos templados y tropicales. Cuando se encuentra cerca de la orilla, a menudo es agresivo y peligroso.

Tiburón martillo (*Sphyrna zygaena*). Esta especie de tiburón de cabeza característica habita en océanos de aguas cálidas.

Tiburón de punta plateada (*Carcharhinus albimarginatus*). Este tipo de tiburón abunda en los Océanos Pacífico e Índico, cerca de arrecifes e islas.

Tiburón toro (*Carcharhinus leucas*). Si bien estos tiburones se localizan principalmente en océanos cálidos, a veces se pueden encontrar en el Amazonas y ríos de Australia, Guatemala y sudeste africano (Halstead y otros 1990).

Barracudas y pez aguja (aguas marinas).

La gran barracuda (*Sphyræna barracuda*) se encuentra distribuida a lo largo de las regiones subtropicales y tropicales de los océanos abiertos. Tienen una longitud de 1,8 a 2,4 m y si bien rara vez atacan a seres humanos, frecuentemente intimidan a los buceadores con su sombra. Al igual que los tiburones, las barracudas se sienten atraídos por objetos metálicos brillantes y peces muertos.

Las diversas especies de pez aguja representan una mayor amenaza para los seres humanos. El pez aguja es liviano, tiene mandíbulas largas, fuertes y afiladas, y alcanza una longitud promedio de 1,8 m. Por lo general, habitan en aguas superficiales. En las noches, se sienten atraídos por luces brillantes. Existen casos de pescadores o buzos que durante sus expediciones nocturnas han sido mordidos gravemente e incluso asesinados por el pez aguja saltador (Halstead y otros, 1990). Estos peces habitan en el Caribe, cerca de la costa occidental ecuatorial del África, Japón y están dispersos a lo largo de la parte oeste del Océano Índico.

Meros (aguas marinas).

Los meros habitan en aguas poco profundas entre los océanos Índico y Pacífico en arrecifes de coral y áreas arenosas. Normalmente, estos peces no son agresivos, pero su tamaño (el mero gigante, *Promicrops lanceolatus*, puede llegar a 3 m) representa un peligro potencial. Son peces territoriales.

Antes de ingresar a una cueva subacuática, los buzos deben estar alerta de la presencia de meros y verificar la existencia de una salida, en caso el mero desee escapar.

Congrio y anguilas morenas (aguas marinas).

La mayoría de anguilas son inofensivas. Si se les provoca, atacan y pueden producir heridas punzantes ligeramente profundas. La anguila morena habita en aguas tropicales sobre plataformas de arrecifes de coral, escondidas en grietas y hoyos entre el coral muerto.

El congrio (*Conger conger*) habita en las aguas templadas del Atlántico o áreas rocosas que le permite esconderse en cuevas, hoyos y grietas.

Organismos peligrosos ‘al borde del agua’.

Hipopótamos (agua dulce).

El hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*) es principalmente un mamífero acuático que habita en ríos y lagos de agua dulce desde el Nilo Alto hasta Sudáfrica. A pesar de ser herbívoro, el hipopótamo ha causado la muerte de un gran número de personas en África.

Dentro del agua, representan una amenaza seria para los seres humanos debido a su naturaleza súbita y violenta así como a su rapidez para nadar.

Cocodrilos (aguas frescas y marinas).

Los cocodrilos se localizan en las áreas tropicales de África, Asia, islas del Pacífico occidental y América. La mayoría de especies habita en aguas frescas. Todos los cocodrilos pueden causar un daño severo e incluso matar a seres humanos. Mientras más densa sea su población, más peligrosos serán individualmente. Los cocodrilos más grandes pueden medir más de 7,5 m. El cocodrilo de agua salada (*Crocodylus porosus*) del sudeste asiático es quizás el más peligroso de todos los animales marinos. Habita principalmente en pantanos de mangles, desembocaduras de ríos y ensenadas de aguas salobres, pero también ha sido visto lejos de la orilla (Halstead y otros, 1990). Generalmente, los cocodrilos cazan durante la noche y descansan durante el día, pero también pueden cazar durante el día si la comida es escasa

Focas y lobos marinos (aguas marinas).

En situaciones normales, las focas y lobos marinos no son agresivos con el ser humano. Sin embargo, durante la etapa de apareamiento o cuando tienen sus crías, los machos se vuelven agresivos y atacan a los intrusos. El lobo marino de California (*Zalophus californianus*) encontrado a lo largo de la costa oeste de Norteamérica y las islas Galápagos así como la foca con barba (*Erignathus barbatus*) encontrada al borde del hielo a lo largo

de las costas e islas de Norteamérica y norte de Euroasia, merecen especial consideración.

Invertebrados venenosos.

Los efectos de invertebrados venenosos sobre seres humanos varían desde una irritación ligera a una muerte repentina. Los invertebrados que presentan algún tipo de aparato venenoso pertenecen a uno de los siguientes grandes filos: poríferos (esponjas); cnidarios (anémonas marinas, hidroideos, corales y medusas); moluscos (caracoles marinos y pulpos); anélidos (oligoquetos) y equinodermos (erizos y estrellas de mar).

Poríferos (aguas dulces y marinas).

Las esponjas son animales multicelulares simples que habitan principalmente en aguas costeras y dulces de poca profundidad. Se adhieren a alguna forma de sustrato (ya sea roca, alga marina o animal de armazón resistente) o excavan en conchas y rocas calcáreas. Si bien la mayoría de esponjas son inofensivas para los seres humanos, existen ejemplos de esponjas tóxicas. El síndrome más común es la irritación de la piel dolorosa, que puede durar varias horas. No se conocen casos fatales.

Cnidarios (aguas marinas).

Los cnidarios son relativamente simples y poseen una estructura corporal de simetría radial. Su cavidad corporal tiene una abertura rodeada comúnmente por tentáculos equipados con células especiales conocidas como cnidocistos.

Estos cnidocistos contienen estructuras características similares a una cápsula denominada cnidae, que a su vez contienen un filamento que se desprende mecánicamente con el tacto. Los cnidarios se dividen en cuatro grupos: hidrozoos (hidroideos en forma de pluma, 'corales de fuego', medusas y siphonophora), escifozoos (medusas de nado libre), cubozoos (medusas altas, en forma de caja) y antozoos (corales duros, suaves y anémonas). Los hidroideos y las medusas poseen los denominados nematocistos (cápsulas urticantes) que, cuando descargan el filamento cnidae, penetran en la presa e inyectan una toxina. Por otra parte, las anémonas marinas y los corales naturales tienen espirocistos o ptyclocistos con filamentos cnidae adhesivos.

Hidrozoos.

La mayoría de las 2700 especies de hidrozoos es inofensiva, pero algunos tales como abetos marinos, corales de fuego y fragatas portuguesas pueden producir lesiones dolorosas. A excepción de casos severos de urticaria causados por la fragata portuguesa, las picaduras de hidrozoos no representan una amenaza para la vida, si bien el dolor puede durar varios días. Los corales urticantes o de fuego (por ejemplo, *Millepora alcicornis*) poseen nematocistos que varían según el grado de picadura de cada especie. Estos corales hidroideos pueden producir una urticaria con dolor. Generalmente, se encuentran junto a los corales naturales en las aguas cálidas de los océanos Índico y Pacífico, Mar Rojo y el Caribe. El hidroideo urticante o alga de fuego (*Aglaophenia cupresina*) es una colonia hidroidea. Se parecen a las algas marinas y crecen en rocas y algas marinas de los océanos Índico y

Pacífico tropical. Si se les toca, producen una urticaria irritante que puede durar varios días.

Escifozoos y cubozoos.

El número y variedad de escifozoos y cubozoos potencialmente peligrosos son demasiados para nombrarlos, pero hay algunas especies peligrosas de medusas. Generalmente, los escifozoos o medusas naturales son pelágicos y durante la mayor parte de su vida viven en forma de medusas. Se mueven mediante pulsaciones suaves de su cuerpo acampanado pero frecuentemente son transportados hacia la orilla y varados por el viento y las corrientes. Si bien todas las medusas pueden picar, no todas son peligrosas para la salud humana. Las especies de algunos géneros tales como *Cyanea*, *Catostylus* y *Pelagia* se pueden presentar en grandes grupos o 'masas'.

Los cubozoos son los cnidarios más peligrosos. Se caracterizan por un cuerpo o campana en forma de cubo, con tentáculos que surgen de extensiones carnosas en cada extremo inferior de su cuerpo acampanado. Varias especies de medusas en forma de caja han sido relacionadas con la muerte de seres humanos; la medusa en forma de caja o avispa de mar (*Chironex fleckeri*) que se encuentra a lo largo de la costa noreste de Australia es una de las criaturas marinas más venenosas (Baxter y Marr, 1969). La picadura de un *Chironex fleckeri* puede producir un paro circulatorio y respiratorio (Beadnell y otros, 1992).

Antozoos.

El simple hecho de rozar con una de las ramificaciones de los corales duros puede producir lesiones abrasivas. Además, algunas colonias de corales poseen nematocistos urticantes (Gonipora, Plerogyra, Physogyra) que pueden producir urticaria luego del contacto.

Anélidos (aguas marinas).

Entre los anélidos (gusanos segmentados) sólo algunos oligoquetos (denominados así por sus dos púas en forma de cerdas adheridas a todos sus segmentos) son venenosos. Los oligoquetos viven debajo de rocas y piedras grandes. Las especies venenosas del Caribe tales como Hermodice carunculata, contienen púas urticantes que causan parálisis (Halstead y otros, 1990).

Equinodermos (aguas marinas).

Sólo algunos equinodermos adultos de simetría radial presentan un peligro para el hombre. Los daños menores más comunes son abrasiones o punzadas debido al contacto con su piel o espinas. Las especies venenosas sólo son la estrella o erizo del mar. La estrella de mar con corona de espinas (Acanthaster planci) es la única especie venenosa de estrella de mar y habita en los arrecifes de coral entre los océanos Índico y Pacífico. La parte superior de su cuerpo está cubierta de varias espinas largas, afiladas y venenosas, que pueden producir heridas dolorosas. No se han registrado daños serios producidos por el Acanthaster.

Los erizos de mar se encuentran en todos los océanos y normalmente, se localizan en orillas y arrecifes rocosos. Si bien la mayoría de erizos marinos se pueden tocar sin ningún peligro, algunas especies poseen espinas venenosas o pedicelarios que pueden producir lesiones muy dolorosas (Halstead, 1971). Estas especies venenosas suelen habitar en regiones marinas tropicales y sub-tropicales. El contacto con el Toxopneustes pileolus, la especie más venenosa de los océanos Índico y Pacífico, ha producido incidentes fatales.

Vertebrados venenosos.

Los vertebrados venenosos secretan su veneno a través de espinas como muchas especies de peces, o dientes, al igual que las serpientes marinas. Las lesiones producidas por vertebrados marinos venenosos son comunes, especialmente entre la gente que tiene contacto frecuente con estos animales marinos. Generalmente, las toxinas potentes de estos vertebrados causan un gran dolor a las víctimas así como un daño a los tejidos.

Bagre (aguas dulces y marinas).

Los bagres habitan en los fondos de ambientes marinos, agua dulce o estuarios. Poseen espinas dorsales venenosas que producen heridas dolorosas incluso cuando el pez está muerto (Halstead, 1988). La mayoría de picaduras de bagres se producen cuando se manipulan durante su clasificación.

Raya de aguijón (aguas dulces y marinas).

Las rayas de aguijón habitan en los océanos Atlántico, Índico y Pacífico. Si bien son predominantemente marinas, las rayas de río de Sudamérica (Pontamotrygonidae) habitan en aguas dulces. Las rayas de aguijón suelen estar enterradas parcialmente en los fondos arenosos o sedosos de aguas poco profundas y cerca de la orilla. Tienen una o dos (como máximo) espinas venenosas en su cola con la cual hieren a los incautos nadadores que las pisan o molestan en exceso. Todas las heridas causadas por estos peces, incluso la más mínima, deben recibir atención médica para evitar una posible infección. Algunas lesiones producidas por la raya de aguijón venenosa pueden ser fatales si la espina perfora el tronco de la víctima.

Pez escorpión (estuarios y aguas marinas).

Todas las especies de pez escorpión poseen un aparato venenoso sumamente desarrollado y por lo tanto, se deben tratar con respeto. El pez piedra estuarino, *Synanceia horrida* (sin. *S. trachynis*), es la especie de pez escorpión más venenosa y habita a lo largo de los océanos Índico y Pacífico.

El pez piedra de arrecife (*Synanceia verrucosa*) luce como un coral y yace inmóvil en las grietas de los corales debajo de rocas, en hoyos o enterrados en la arena o lodo donde los buceadores los confunden con rocas. El dolor asociado con las picaduras del pez piedra es inmediato e intenso y puede durar varios días (Williamson y otros,

Pez araña (aguas marinas).

Estos peces habitan en las costas del Mediterráneo y nordeste Atlántico. Las cuatro especies (*Trachinus* spp. y *Echiichthys* sp.) contienen espinas dorsales venenosas cubiertas de agallas. Son peces pequeños (menos de 4,5 cm) y permanecen enterrados parcialmente en bahías arenosas de aguas sumamente bajas donde frecuentemente son pisados por nadadores y personas que caminan por la playa.

Pez cirujano (aguas marinas).

Los peces cirujanos habitan en arrecifes, son herbívoros y poseen una espina afilada y móvil en la parte lateral y en la base de su cola. Cuando están alterados, el pez puede dirigir la espina hacia adelante en ángulo recto al cuerpo, listo para atacar.

Serpientes (aguas dulces y marinas).

Las serpientes venenosas son reptiles venenosos anfibios, con colmillos en la parte delantera y muchas están asociadas con ambientes marinos y de agua dulce. De las 50 especies de serpientes marinas, la mayoría habita cerca de la orilla o alrededor de los arrecifes de coral. Son similares a las serpientes de tierra, pero tienen una cola aplanada que les facilita el nado. Asimismo, son curiosas y si bien pueden ser provocadas fácilmente, por lo general no son agresivas. Todas las serpientes marinas son venenosas y pueden producir un daño considerable si son molestadas.

Este manual fue confeccionado bajo normas y reglamentaciones de las siguientes entidades



**American
Heart
Association®**
Learn and Live

Bibliografía

- (DAN) Divers Alert Network.
- CMH Centro de Medicina Hiperbárica.
- Recomendaciones para la Resucitación 2020 De la Asociación Americana del Corazón (AHA)
- Organismos acuáticos peligrosos (StudyLib 2017)
- <http://www.capacitacionrcp.com.ar>
- <http://www.pdascuba.com>

