

UNIDAD N° 8**Enfermedades y accidentes de Buceo con E.B.A.C.****Accidentes y/o enfermedades de Pre inmersión**

- A) Hidrocución (ver Clase N° 6)
 B) Vértigo o mal de mar (Ver Clase N° 6)

**Accidentes y/o enfermedades en el descenso**

Barotraumatismos de oído, de senos paranasales, de luneta, de traje, dental y de pulmón (**cuidado con el barotrauma de pulmón!!!**), vértigo de Menniere, hemorragia nasal, SNAP y SAAP

- A) Barotraumas (ver Unidad N° 6)
 B) Vértigo de Menniere (ver Unidad N° 6)
 C) Hemorragia nasal (ver Unidad N° 6)
 D) Vértigo por estímulo calórico (ver Unidad N° 6)
 E) Síndrome Neurológico de alta presión: SNAP

Este accidente se presenta con Oxihelio a profundidades mayores a 150 metros.

La causa sería un efecto directo de la presión hidrostática que causaría hiper irritabilidad del sistema nervioso con temblores, disminución del rendimiento, mareos, nauseas, vómitos, pérdida de la conciencia, convulsiones y muerte.

La velocidad de compresión (muy rápida), la mezcla de gases utilizada y la temperatura influyen directamente en la presentación de este accidente.

F) Síndrome Articular de Alta Presión: SAAP

Este accidente se presenta comúnmente luego de los 100 metros, pero puede presentarse aún desde los 30 metros de profundidad.

La causa serían los gases comprimidos que inducirán ósmosis provocando una deshidratación de la articulación con la aparición de ruidos articulares con los movimientos, discomfort, sensación de sequedad y/o endurecimiento en la articulación y dolor a los movimientos.

Los síntomas son agravados por la velocidad de compresión y mejoran con la exposición a presiones continuas; se presenta más en cámara de compresión que en agua.

Accidentes y/o enfermedades de permanencia

Las “vedettes” de la permanencia son las **INTOXICACIONES GASEOSAS**.

A) Intoxicación por oxígeno (hiperoxia)**Causas:**

Este tipo de intoxicación es más común en el buceo con A.R.O, que con el A.R.A.

La presión parcial de oxígeno máxima que actualmente se recomienda es de 1,4 ATA, para circuitos abiertos de nitrox, que corresponden a una profundidad de 60 m o 187 pies cuando se respira aire.

Los buzos que usan mezclas, con concentraciones de oxígeno mayores a las del aire, presentan el riesgo de toxicidad por oxígeno a profundidades aún menores. El buzo que respira oxígeno puro puede tener convulsiones a 25 pies (7,6 metros).

Más allá de estos valores es tóxico, pues alteraría principalmente procesos químicos metabólicos (óxido-reducción). Los órganos blanco afectados son los pulmones y el sistema nervioso (sobre todo al nivel cerebral). La toxicidad pulmonar resulta de respirar oxígeno puro por largas exposiciones (en horas), usualmente ocurre durante tratamientos de recompresión. La toxicidad al



SNC, que involucra al cerebro, puede ocurrir en buceo deportivo, sobre todo en el uso irresponsable de mezclas Nitrox.

El buzo que utiliza aire comprimido a profundidades razonables no debería encontrar este problema pero, la densidad del gas y esfuerzos mayores pueden causar retención de bióxido de carbono que vuelve al buzo sensible al efecto tóxico del oxígeno.

Signos:

Temblores musculares, espasmo labial, crisis convulsiva, buzo confuso.

Síntomas:

Cuando se bucea con aire comprimido es difícil diferenciar los síntomas de ciertos efectos atribuidos al CO₂; pero si luego de una ventilación correcta, los síntomas persisten, podemos pensar que nos encontramos ante una intoxicación de este tipo. Se observan náuseas, dolor detrás del esternón, visión anormal, zumbidos, vértigo y confusión.

Los síntomas enlistados son inconvenientes y poco confortables, pero no son dañinos. Las convulsiones debidas al oxígeno no son dañinas por sí solas pero pueden provocar que el buzo se lesione o se ahogue si está en inmersión.

Una convulsión por oxígeno puede ocurrir sin previo aviso y sin que haya otros síntomas previos!!!

Prevención:

Evite las situaciones peligrosas de buceo profundo y no use gases para bucear con concentraciones de oxígeno inadecuadamente altas para la profundidad de buceo. Es raro encontrar presiones parciales de oxígeno suficientemente altas como para causar daño al bucear con EBAC dentro de los límites de profundidad/tiempo; es más frecuente que se encuentren cuando se respiran mezclas de oxígeno-nitrógeno o al usar recirculadores (rebreathers) o sistemas cerrados. Una presión parcial de 1,4 ATA se recomienda para EBAC donde se respire NITROX. Es improbable que los buzos que se apegan a estas mezclas y presión parcial, tengan un problema de convulsión por toxicidad por oxígeno. Para buceos extendidos usando circuito cerrado la Marina de los Estados Unidos tiene un límite de presión parcial de oxígeno de 1,3 ATA.

Si aparecen síntomas, reduzca la presión parcial inmediatamente ascendiendo o cambiando de gas con una presión menor de oxígeno. Aunque esto se lleve a cabo, no piense que no ocurrirá una convulsión por oxígeno, hasta que el buzo haya estado a una presión parcial menor por lo menos 5 minutos.

Tratamiento:

Los síntomas tempranos se tratarán haciendo emerger al buzo. No hay tratamiento satisfactorio de la convulsión debajo del agua. Tal convulsión, aunque rara, es potencialmente peligrosa para la vida. **Como aprender RCP, la práctica del manejo adecuado de la convulsión por oxígeno es mantener una habilidad que se espera no usar nunca.**

La organización con más experiencia en el uso de oxígeno al 100% es la Marina de los Estados Unidos. El manual de la Marina de los Estados Unidos, en las secciones 14.9.1.1 y 14.9.1.2, sugiere un procedimiento para tratar convulsiones.

La referencia a cambiar la boquilla y la válvula a superficie se refiere únicamente a los rebreathers donde una boquilla abierta que accidentalmente se sumerge puede inundar el ARO. Si alguien está convulsionando no se le podrá remover la boquilla, y esto no deberá hacerse a la fuerza. Una vez se calmen las convulsiones, si la boquilla está segura (o si el buzo está utilizando una máscara que le cubre la cara entera) y el buzo está aun en el agua y respirando, entonces deje todo como está hasta que se pueda sacar al buzo del agua. Si el buzo no está respirando, retire la boquilla y comience respiración de rescate.

Mientras el buzo accidentado está en el agua, la meta principal es prevenir ahogamiento.

Lo próximo es asegurar que la vía aérea del buzo esté permeable al para las convulsiones manteniendo el cuello extendido. Al salir el buzo del agua, busquen por obstáculos en la vía respiratoria. Durante una convulsión es posible morder partes de la boquilla, las cuales pueden viajar a la tráquea. En estos casos el buzo comenzará a toser al cobrar conciencia, o puede intentar respirar pero no puede llevar aire a sus pulmones. Aquí tendrá que instituir los procedimientos estándar enseñados en las clases de RCP para remover obstáculos de la vía respiratoria.

Use prudencia y planificación para evitar la intoxicación por oxígeno!!!!!!



Del Manual de Buceo de la Marina de los Estados Unidos, Volumen II, Rev. 2

(Intoxicación por Oxígeno, secciones 14.9.1.1 y 14.9.1.2)

Manejo de los Síntomas No-Convulsivos

El buzo lesionado deberá avisar a su compañero de buceo y hacer un ascenso controlado a superficie. El chaleco compensador de la víctima deberá estar inflado (si es necesario) con el compañero de buceo vigilando cuidadosamente por el progreso de los síntomas.

Manejo de Convulsiones Bajo el Agua

Los siguientes pasos deberán tomarse cuando se esté cuidando un buzo que esté convulsionando:

- a) Posicionarse detrás del buzo convulsionando. Desprenda el cinturón de lastre de la víctima a menos lleve traje seco, en cuyo caso el cinturón deberá dejarse para prevenir que el buzo se ubique boca abajo en la superficie.
- b) Deje la boquilla en la boca del buzo. Si no está en su boca, no intente ponérsela; no obstante, si el tiempo lo permite, asegure que la boquilla esté ajustada en la posición de superficie (para los recirculadores).
- c) Agarre la víctima por el pecho bajo su aparato de respiración bajo el agua (ARO) o entre el ARO y su cuerpo. Si se presenta dificultad de controlar la víctima de esta manera, el rescatador deberá utilizar el mejor método posible para obtener el control. La cinta de cuello o cintura del ARO se puede agarrar si es necesario.
- d) Haga un ascenso controlado hacia la superficie, manteniendo un poco de presión en el pecho del buzo para ayudar en su respiración.
- e) Si el lastre adicional es necesario, active el chaleco compensador de la víctima. El rescatador no deberá aflojar su propio lastre o quitarse su propio chaleco.
- f) Al llegar a la superficie, infle el chaleco de la víctima si no se ha hecho anteriormente.
- g) Quite la boquilla de la boca de la víctima y cambie la válvula a SUPERFICIE para evitar la posibilidad de inundación y de pérdida de flotabilidad de la víctima (para reabreathers).
- h) Haga una señal para rescate de emergencia.
- i) Una vez que se calme la convulsión, abra la vía respiratoria de la víctima inclinando levemente la cabeza hacia atrás.
- j) Asegúrese que la víctima esté respirando. La Respiración boca a boca deberá iniciarse si es necesario.
- k) Si se realizó un ascenso descontrolado, transporte a la cámara más cercana para evaluación de la víctima por un individuo capacitado a reconocer y tratar enfermedades de buceo.

B) Intoxicación por dióxido de carbono (hipercapnia):

El CO₂ se encuentra en una concentración de 0,003% en el aire atmosférico, si la concentración aumenta al 0,005%, se deprime el sistema nervioso, produciendo paro respiratorio. Si se impide ventilar adecuadamente, en lugar de eliminarse, se acumulará CO₂.

Causas:

1) Excesiva respiración controlada (conscientemente disminuir la frecuencia respiratoria para conservar más gas), 2) respirar aire muy denso (debido a un mal funcionamiento del regulador o demasiada profundidad para determinado modelo, por lo general más de 30 metros/100 pies) exige un mayor trabajo muscular respiratorio, lo que deriva en un aumento del CO₂; 3) esfuerzos extremos a profundidad los cuales, si no recobramos el aliento, nos conducirán a la extenuación y a la hipercapnia; 4) el mal funcionamiento del equipo es la causa más común en buzos que usan equipos de re-respiración (rebreathers) con filtros de CO₂.

Signos:

Respiración lenta y laboriosa, respuestas lentas (buzo confuso), espasmos musculares, desmayo, pérdida de conciencia.



Síntomas:

Dificultad para respirar (disnea), hipernea (aumento de la frecuencia respiratoria), zumbido de oídos, cefaleas, náuseas, confusión.

Prevención:

Evite las causas de acumulación de CO₂: evitar la respiración controlada, contar con un buen regulador (sensible a la demanda), evitar el buceo si existe algún síntoma de cansancio, limitar el esfuerzo físico, cuando se está en zona profunda, ventilar adecuadamente.

(Forma de realizar una buena ventilación: inspirar profundamente y en forma suave; espirar en forma suave y más largo que lo normal). Si pierde su ritmo respiratorio, el buzo debe detenerse y descansar hasta normalizar su respiración. Si, pese a lo anterior, persisten los problemas respiratorios, el buzo debe emerger y descansar.

Tratamiento:

Los síntomas mejoran y desaparecen luego de suprimir la causa, aunque la cefalea puede persistir por horas. El buzo que no se detiene y descansa, al aparecer los síntomas tempranos, corre el riesgo de presentar inconsciencia en la profundidad que es de muy difícil manejo y, frecuentemente, es seguida de embolismo aéreo o ahogamiento.

Al respirar aire ambiental o respirar oxígeno puro desaparecen los síntomas. Si hay inconsciencia efectuar respiración artificial.

C) Intoxicación por monóxido de carbono (CO):

Este gas no se encuentra en el aire atmosférico; pero se produce durante el funcionamiento de los motores de combustión.

Causa:

La sangre puesta en presencia de CO y O₂; es 200 veces más ávida de saturarse con el CO que con el O₂; por lo tanto el CO incapacita a la sangre para transportar el O₂ a los tejidos, y consecuentemente se produce la hipoxia. El tanque puede contener este gas cuando el compresor de aire tiene una falla de lubricación o absorción de los propios gases de la combustión, o la toma de aire se encuentra cercana al escape de algún vehículo o del propio compresor.

Signos:

Desmayo repentino del buzo.

Síntomas:

Respirando aire que sólo contenga 0,05% comienzan las molestias y si contiene 0,1% de CO comienzan las graves alteraciones. Esto no da pre aviso.

Prevención:

Tener cuidado con la carga de aire en compresores con motores a explosión (fijarse constantemente en la dirección del viento).

Tratamiento:

Exponer a la víctima en un lugar aireado, si no reacciona administrar O₂ (actúa como estimulante del centro respiratorio). A posteriori pueden subsistir dolores de cabeza.

D) Intoxicación por nitrógeno (narcosis nitrogenica):**Causa:**

El aire posee 80% de nitrógeno que respirado a presión atmosférica no produce trastornos, pero que a presiones parciales de 4 o 5 atmósferas (con aire, equivale a 30/40 metros) se solubilizan en las grasas del organismo produciendo un efecto similar a la borrachera.

Al igual que el alcohol, disminuye el juicio y la coordinación.

Todos son afectados, aunque existe una gran variación individual. Los **efectos del nitrógeno** a menudo **pasan desapercibidos** y el **buzo se siente con una excesiva confianza en sí mismo**. Esto es especialmente cierto en buzos “experimentados” que pueden haber hecho buceos más allá de los 30 metros/100 pies sin efectos aparentes.

Al experimentar la narcosis, muchos buzos pueden ser capaces de ejecutar tareas rutinarias pero son incapaces de manejarse en la emergencia porque presentan rigidez en el pensamiento y capacidades mentales disminuidas. La narcosis por nitrógeno juega un papel importante en muchos accidentes de buceo y los buzos deben estar percatados de ello ya que puede afectar a cualquiera.



Síntomas:

Los síntomas como el momento de la aparición es variable según los individuos, normalmente aparece a los 40 o 50 mts. de profundidad, y la reacción del buzo es tan inesperada como la de un ebrio. H. Keller sostiene que la narcosis y la saturación tisular de CO₂ están asociadas.

- Pensamiento rígido e inflexible
- Pérdida de juicio crítico
- Falsa sensación de bienestar y seguridad
- Pérdida de la preocupación para algunas tareas y la propia seguridad
- Tendencia al pánico que supera la propia capacidad para resolver problemas
- **Se está cerca de la inconsciencia a gran profundidad!!!!**

Signos:

- Buzo confuso, de comportamiento errático
- Repite pero no obedece las señas manuales
- Puede llegar a perder el regulador de la boca
- Estupor y coma

Prevención:

Los buzos deportivos deben evitar bucear más de 40 metros/130 pies de profundidad. Los buceos con aire a mayor profundidad se deben restringir a buzos con capacitación y experiencia para balancear los beneficios del buceo con los riesgos de narcosis por nitrógeno.

Averiguar el límite de resistencia y no descender más allá.

Tratamiento:

Ascender a menor profundidad hasta que desaparezcan los síntomas (ascenso controlado).

E) Cambios en la voz y audición

El cambio de densidad aérea modifica la vibración sonora y por lo tanto la audición. La voz se agudiza, adoptando un timbre nasal. Es difícil lograr tonos altos e imposible silbar a presiones de 2,5 atm. Estos inconvenientes carecen de consecuencias posteriores.

F) Agotamiento: (ver Unidad nº 6)**G) Vértigo de Ménière: (ver Unidad nº 6)****H) Calambres: (ver Unidad nº 6)****I) Hipotermia: (ver Unidad nº 6)****J) Trastornos por movilidad dentaria: (ver Unidad nº 6)****Enfermedades y/o accidentes del ascenso**

Algunas patologías de ascenso (embolia traumática y enfermedad de descompresión) requerirán un tratamiento que no se encuentra en todo hospital como lo es la RECOMPRESIÓN EN CÁMARA HIPERBÁRICA). Por esta razón, es crucial la necesidad de una CORRECTA PLANIFICACIÓN DEL BUCEO para que la posibilidad de ocurrencia de estas patologías este totalmente descartada... Si se requiere de recompresión, su pronta aplicación es indispensable!!!

A1) Barotraumatismos de senos paranasales y oído (ver Unidad nº 6)

Estos ocurren al igual que en apnea, pero en el ascenso son más frecuentes con EBAC, ya que con aire comprimido es más fácil en el descenso equilibrar las presiones de las cavidades aéreas porque contamos con un suministro adicional de aire proveniente del tanque.

A2) Barotraumatismo dental o explosión dentaria (ver Unidad nº 6)

B) Sobredistensión pulmonar

La sobredistensión pulmonar y sus derivados se producen debido a la expansión del aire retenido en los pulmones durante el ascenso, con retención de la respiración. Cuando se aspira aire en profundidad, y se asciende sin espirar, a medida que nos acercamos a la superficie el volumen de aire contenido en los alvéolos pulmonares aumenta (ley de Boyle y Mariotte), pero superando ciertos límites no puede sobredistenderse más, y se produce la rotura de la pared alveolar; es entonces que el aire puede pasar al torrente sanguíneo (**AEROEMBOLIA O EMBOLIA TRAUMÁTICA**), y/o ubicarse en el interior de la cavidad pleural (**NEUMOTORAX**), y/o en el mediastino (**ENFISEMA MEDIASTINAL**), y/o situarse debajo de la dermis (**ENFISEMA SUBCUTANEO**).

B1) Neumotorax:

Causas:

Se produce cuando penetra aire en la cavidad pleural, colapsando el pulmón e impidiendo que la parte afectada se expanda y retraiga normalmente durante la respiración. Es así que hay una disminución funcional como consecuencia de una reducción de la capacidad vital de los pulmones.

Síntomas:

Se manifiesta a poco de arribar a la superficie, dificultad para respirar, dolor en el tórax, sobre todo en las inspiraciones profundas.

Signos:

Se manifiesta a poco de arribar a la superficie, respiración superficial y rápida, cianosis de la piel, labios y uñas.

Prevención:

Exhale al ascender o respire adecuadamente durante el ascenso.

Tratamiento:

La persona con neumotorax no necesita recompresión pero sí necesita tratamiento médico. El médico puede tener que insertar un tubo en el tórax para drenar el aire de la cavidad torácica y, si es necesario, reinflar el pulmón. Si el neumotorax es pequeño, respirar 100% oxígeno y colocar un tubo de drenaje torácico resolverán el problema. El tubo de drenaje torácico es incluso necesario en los casos en que sea necesaria la terapia de recompresión por otras causas como enfermedad por descompresión (embolia gaseosa).

El neumotórax no es usualmente peligroso para la vida del buzo pero requiere cuidados hospitalarios tan pronto como sea posible. No debe continuar buceando hasta que haya realizado una evaluación completa por un médico de buceo.

La víctima debe mantenerse en reposo, hasta recibir atención médica.

B2) Enfisema mediastinal:

Causas:

En esta patología, el aire se sitúa en el mediastino, zona ubicada en el tórax, entre los pulmones donde se encuentra la traquea, los grandes vasos que entran y salen del corazón y lógicamente el mismo corazón. El aire al presionar sobre el corazón y los grandes vasos, provoca reflejos cardiovasculares inhibitorios que pueden desencadenar un shock; además al destruirse los alvéolos pulmonares y ser reemplazados por sacos de aire que no intervienen en la hematosis, aumenta el espacio muerto y disminuye la capacidad vital, que según la gravedad del caso puede provocar una hipoxia.

Se extiende desde el diafragma hasta el pecho.

Síntomas:

Respiración acortada, dolor retroesternal, debilidad o desmayo.

Signos:

Dificultad respiratoria y cambios de voz.

Prevención:

Exhale al ascender o respire adecuadamente durante el ascenso



Tratamiento:

El médico debe examinar al buzo en búsqueda de otros signos de sobrepresión pulmonar y observarlo durante 24 horas. No es necesaria la recompresión si no hubo, además, embolia traumática o gaseosa. Respirar 100% de oxígeno en superficie será suficiente para la reabsorción del gas atrapado. Igual a los anteriores. En caso de shock, recostar con la cabeza más baja, darle estimulantes (no alcohol) y mantener la temperatura corporal hasta recibir atención médica.

B3) Enfisema subcutáneo:**Causas:**

Se produce cuando el aire que escapa del pulmón traumatizado, se aloja en los tejidos debajo de la piel, generalmente en la zona del cuello y zonas vecinas (fascia del pectoral menor).

Síntomas:

Dificultad en la respiración y deglución, sensación de hinchazón en la zona del cuello, cambios en la voz.

Signos:

Alteración en el habla, cambios en la voz, inflamación en la base del cuello, sensación de crepitación al tacto.

Prevención:

Exhale al ascender o respire adecuadamente durante el ascenso

Tratamiento:

Usualmente no es una emergencia y no requiere tratamiento. El buzo afectado debe ser examinado por un médico y observado ante la posible aparición de otros problemas, especialmente embolia traumática (embolismo aéreo). Respirar oxígeno al 100% en superficie ayudará a la reabsorción del gas atrapado.

No deberá realizar buceos hasta que sea evaluado por un médico especialista e buceo.

B4) Embolia traumática:

Los signos y síntomas de la embolia traumática se manifiestan antes de los primeros 5/10 minutos después de haber llegado a la superficie, excepto la pérdida de conocimiento, SON DRAMÁTICOS Y DE APARICIÓN BRUSCA.

Existe una verdadera emergencia médica y una rápida evacuación a una unidad médica es indispensable.

Causas:

El aire en forma de burbujas (émbolos), proveniente de los pulmones lesionados, ingresa a los capilares y de allí a la circulación general obstruyendo la irrigación de determinados territorios del organismo. Su gravedad aumenta cuando afecta al cerebro ocasionando lesiones, incluso de carácter irreversible.

Signos:

Generalmente son alarmantes, de mayor a menor gravedad son *buzo confuso, *tambaleo, *parálisis, *convulsiones, *expectoración sanguinolenta y espumosa por boca y/o nariz, *colapso e inconsciencia, *paro respiratorio, *muerte. (PUEDEN PARECERSE A UN ACCIDENTE CEREBROVASCULAR!!!!).

Síntomas:

Generalmente son alarmantes, fatiga, vértigo, visión borrosa, adormecimiento u hormigueo en brazos y piernas, parálisis, debilidad muscular, dolor de tórax.



Prevención:

Exhale siempre al ascender. Respire en forma relajada y normal durante el ascenso. Los problemas pulmonares como asma, infecciones, quistes, tejido de cicatrización de una cirugía o Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), pueden predisponer a un embolismo aéreo. Si presenta alguno de estos problemas, se recomienda ampliamente una evaluación por un médico especialista en medicina de buceo.

Tratamiento:

Debe de recomprimirse de inmediato para reducir el volumen de las burbujas; a 6 atm. (50m.) el tamaño de las burbujas disminuye un 84%, aplicando mayores presiones es poco lo que se consigue reducir en tamaño de las burbujas, y en cambio aumenta mucho la saturación nitrogenica, prolongando además, el tiempo de descompresión.

El oxígeno de primeros auxilios inmediato es importante y puede reducir sustancialmente los síntomas, se debe iniciar lo antes posible, y no debe cambiar los planes de tratamiento. **Los síntomas de las embolias traumáticas y gaseosas mejoran y casi desaparecen al respirar oxígeno en altas concentraciones, pero los síntomas pueden reaparecer posteriormente!!!** Por lo que siempre debe trasladarse a un paciente a un centro hiperbárico!!!

La terapia recompresiva de una embolia traumática puede ser efectiva aunque se inicie con retraso. Ha habido tratamientos exitosos efectuados 2 días después del accidente para iniciar el tratamiento en cámara, aunque el tratamiento temprano es más fácil y más efectivo.

Acción inmediata en cámara hiperbárica:**A: Restablecer la respiración****B: Recomprimir usando tablas 3, 4 o 6 A.****C) Enfermedad de la descompresión (embolia gaseosa y bends)**

- **Enfermedad del aire comprimido**
- **Embolia gaseosa**
- **Mal de Caissons (enfermedad de los cajones)**
- **Parálisis de los brazos**
- **Bends.**

Causas:

La embolia gaseosa es consecuencia de una descompresión inadecuada, después de un buceo. La formación de burbujas de nitrógeno en la sangre y tejidos luego de una exposición hiperbárica, es la causa de diversos trastornos que caracterizan a este síndrome.

Según la ley de Henry "la disolución de un gas en un líquido es directamente proporcional a la presión, siempre que se mantenga constante la temperatura."

Por consiguiente los tejidos y humores orgánicos se van saturando con el tiempo en proporción directa a la presión del aire que se está respirando, a su vez esta presión depende de la profundidad en que se encuentra el buzo. De ahí que adquiere suma importancia la relación Profundidad-Tiempo, para saber el grado de saturación de los tejidos.

Luego cuando el buceador vuelve a las condiciones normales de la superficie sucede el proceso inverso, el gas en exceso disuelto en los tejidos debe evacuarse a la sangre y de allí se elimina por los pulmones a velocidad variable.

La descompresión que sufre el organismo durante el ascenso, debe dar tiempo a que se saturen lentamente los tejidos, pues si la diferencia entre la tensión del nitrógeno en los tejidos y el del medio respiratorio en algún momento es mayor a 1,6 veces (Buhlman-Zurich), éste recupera la rápidamente su forma gaseosa dentro del organismo en forma de burbujas, produciendo una embolia gaseosa nitrogenica.

Dado que siempre queda un remanente de nitrógeno después de la emersión, se debe tener prudencia si se bucea nuevamente dentro de las 12 horas, observando las indicaciones para "buceo de repetición". Además debe mediar un intervalo mínimo de 10 minutos en superficie entre dos buceadas sucesivas, caso contrario se considera como si fuera una sola inmersión.



FACTORES QUE AFECTAN LA SUSCEPTIBILIDAD

¿Quién adquiere enfermedad por descompresión?

Existen grandes variaciones inter-individuales entre los buzos que experimentan enfermedad por descompresión. Algunos la desarrollan cuando otros buzos realizando el mismo buceo están libres de síntomas. Estas variaciones están dadas por una gran variedad de factores, la mayoría desconocidos aun.

Los principales factores que afectan la susceptibilidad al accidente de descompresión son:

a) El ejercicio: Cuando se hace ejercicio (trabajo pesado) durante la estancia en la profundidad aumenta la irrigación de la sangre en los tejidos y aumenta la absorción de nitrógeno en esa área. Si hacemos ejercicio durante la descompresión la producción de burbujas aumenta, es similar a una botella con agua mineral que cuando se agita, aumenta la formación de burbujas. El aumento de dióxido de carbono debido al ejercicio severo o, por retener la respiración tanto en el fondo como durante la descompresión, causará que se intensifique la formación de burbujas.

b) Edad: Los buzos de edades mayores de 40 años tienen más incidencia de accidentes de descompresión. Con la edad el sistema circulatorio pierde eficiencia, esto puede hacer que la absorción del nitrógeno sea más lenta, pero debido a que el tiempo de ascenso es generalmente más corto que el de fondo, el problema se presenta durante la eliminación del gas de los tejidos y puede producir burbujas.

c) Obesidad: Los buzos muy obesos son susceptibles al accidente de descompresión, debido a que los tejidos grasos tienen pobre irrigación de sangre. Además las grasas fijan 5 veces más nitrógeno que los líquidos orgánicos, o sea que las personas obesas son más susceptibles de saturación nitrogenada que las delgadas, pues fijan mayor cantidad de gas. Esto se hace más crítico para inmersiones con tiempo de fondo largo.

d) Ingerir alcohol: El alcohol causa dilatación en los vasos capilares, aumentando la circulación. Ingerir alcohol antes de la inmersión causará aumento de absorción de nitrógeno durante el buceo. Ingerir alcohol después de la inmersión eliminará el nitrógeno más rápido, con posibilidad de producir burbujas.

e) Temperatura: Bañarse inmediatamente con agua caliente después de un buceo profundo, causará que el nitrógeno almacenado en ciertos tejidos se elimine más rápido de lo normal, posiblemente causando burbujas. Al calentarse un líquido desprende más fácilmente los gases que están disueltos en él. Recuerde que el agua cuando hierve, desprende gases que tenía disueltos a la temperatura ambiente. Por otro lado, cuando se ha buceado en aguas muy frías habrá vasoconstricción y la expulsión de gas de los tejidos disminuirá, razón por la que, como sabemos, se tiene que tomar la cédula de descompresión inmediata superior a la normal, tanto en tiempo como en profundidad.

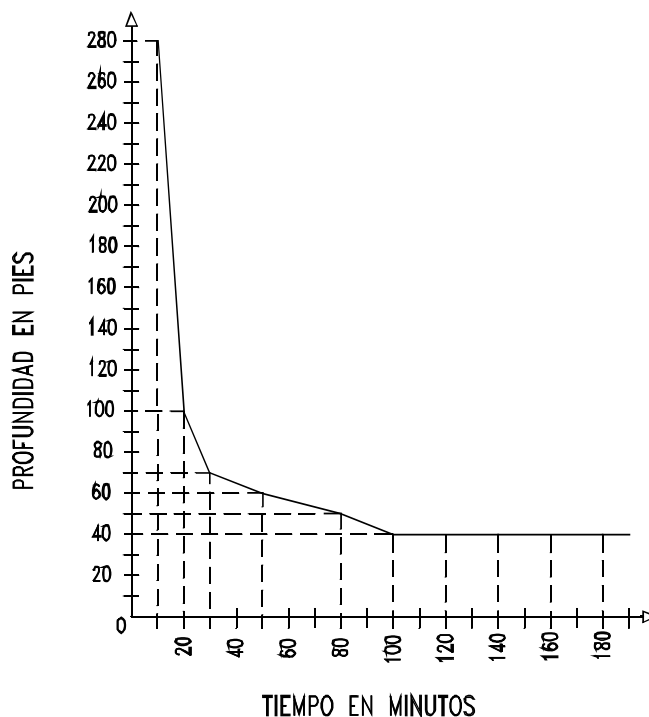
f) Deshidratación: Es necesaria una correcta hidratación a través de agua o jugos antes de un buceo profundo.

g) Hipercapnia: La sobreproducción de CO₂ (revisar accidentes de permanencia) haría más susceptible al buzo, por lo que no se aconseja realizar tareas duras en buceos profundos.

Curva de seguridad

Respetando ciertos niveles de profundidad y tiempo, graficados en la Curva de seguridad (fig.20), la inmersión no reviste peligro.

Pero cuando se rebasan esos niveles se deben realizar una serie de detenciones a distintas profundidades (parada de descompresión), antes de llegar a la superficie, según lo indican las Tablas de Descompresión (EDU. Experimental Diving Unit; Haldane; US Navy; United States Navy; etc.), cuyos tipos y usos no describiremos en esta parte de fisiopatología.



Signos y Síntomas:

Antecedentes: Los síntomas aparecen dentro de las primeras 24 horas (15 minutos a 12 horas) de realizado el buceo pero en casos severos, pueden aparecer durante el ascenso o inmediatamente después de salir a la superficie.

Cuidado con los signos y síntomas tardíos si aparecen en vuelo luego de bucear!!!!

Son variables y es conveniente aclarar que pueden ocurrir síntomas de la enfermedad de descompresión a pesar de respetar las indicaciones de ciertas tablas, pues un error del 5% se debe a las variaciones o a la susceptibilidad individual de determinados sujetos.

Los síntomas dependerán del lugar donde se hayan alojado las burbujas de nitrógeno, así como de su tamaño. Según datos de la Marina Norteamericana, el 50% de los síntomas aparecen durante los primeros 30 minutos después de la inmersión.

El 85% de los síntomas aparecen en la primera hora después de la inmersión.

El 95% de los síntomas aparecen durante las 3 primeras horas después de la inmersión. El 99% de los síntomas aparecen antes de las 6 horas después de la inmersión. **Normalmente la sintomatología se manifiesta durante la primer hora de retorno a la superficie, pero en el 1% de los casos puede presentarse a partir de las 6 horas.**

Los signos y síntomas característicos se pueden dividir en dos tipos:

**TIPO I o LEVES
(Bends)**

- Dolor en las articulaciones de los brazos, hombros y piernas no modificado por los movimientos, ni la presión ni el tacto.
- Prurito

Cuando las burbujas se alojan en los tejidos del sistema central nervioso, los síntomas son: *debilidad o parálisis en los músculos, vértigo, zumbido en los oídos, visión borrosa*. La víctima generalmente

describe estos síntomas como si sintiera agujas o alfileres en el área afectada y las piernas "dormidas". Estos síntomas por lo general se manifiestan cuando se hace un ascenso rápido excediendo la velocidad de 60 pies por minuto.

Cuando las burbujas se forman en el torrente sanguíneo venoso, pasan a los pulmones obstruyendo el flujo de sangre, causando dificultad al respirar, tos, dolor en el pecho y cianosis.

El reconocimiento acertado de los síntomas es muy importante para dar el tratamiento adecuado, sobre todo cuando afecta al sistema central nervioso que requiere de inmediata atención para evitar lesiones o parálisis definitiva.

Según la localización de las burbujas pueden producir dolores en las articulaciones, o si se sitúan en la sangre pueden obstruir los vasos sanguíneos del cerebro con la consiguiente parálisis, u ocluir las arterias coronarias y lesionar el corazón o situarse en los capilares pulmonares y producir sofocación.

TIPO II o GRAVES

- Buzo confuso
- Dolor abdominal
- Convulsiones
- Debilidad corporal
- Parálisis de brazos y/o piernas
- Anormalidades visuales
- Vértigos y mareos
- Pérdida del habla
- Trastornos auditivos
- Dificultad en la respiración
- Frío intenso
- Trastornos al andar
- Colapso e inconciencia
- Prurito (especialmente en las zonas pilosas de la cara)
- Sensación de quemadura localizada
- Manchas en la piel (sobre todo en la parte superior del tórax, brazos y piernas).



Prevención:**El accidente de descompresión se puede evitar simplemente!!!!!!**

- a) Realizando cuidadosamente un plan preciso apegado a los procedimientos de seguridad de descompresión de las tablas.
- b) Tomando sus propios factores de seguridad. Por ejemplo: tomando la cédula de descompresión inmediata superior tanto en profundidad como en tiempo.
- c) En inmersiones de no-descompresión iniciando el ascenso 5 minutos antes del tiempo límite.
- d) Usando instrumentos de medición como son los profundímetros y relojes de comprobada exactitud.
- e) Tomar en cuenta siempre los factores que afectan la susceptibilidad.
- f) Mantener una buena condición física.
- g) Respetar la velocidad de ascenso y nunca excederla de 60 pies por minuto. El ascender a esta velocidad es parte de la descompresión.
- h) **Recuerde que vale más un gramo de prevención que una tonelada de tratamiento.**

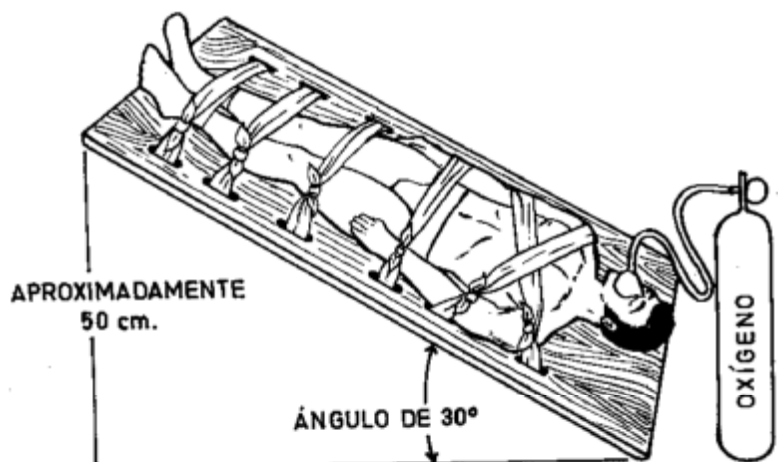
Tratamiento:

Lo más importante es saber reconocer los síntomas del accidente de descompresión. Una vez que el diagnóstico se ha determinado, se comunica de inmediato al lugar donde se encuentre la cámara hiperbárica, para la preparación del tratamiento y para tener la oportunidad de consultar en caso de duda.

Se debe recabar toda la información posible acerca de la inmersión de la víctima, así como de sus síntomas y de su estado general.

La transportación del paciente debe hacerse con la mayor rapidez, sobre todo si se trata de síntomas del tipo II.

La víctima debe ser transportada como se ve en la figura, inclinada y ligeramente recostada sobre su lado izquierdo, para que las burbujas vayan hacia los pies y no a la cabeza. Se debe verificar que la víctima tenga las vías respiratorias despejadas y suministrarle oxígeno continuamente hasta llegar a la



cámara. El oxígeno ayudará a eliminar el nitrógeno y también a oxigenar los tejidos afectados. Si es necesario, tape a la víctima a fin que mantenga su temperatura corporal.

Si el transporte se hace por helicóptero o avión, la altura empeorará la descompresión, aumentando el tamaño de las burbujas. Lo indicado es volar lo más bajo posible, a no más de 300 metros o, en su defecto, presurizar la cabina.

Durante el transporte, si el paciente está consciente, se le puede dar oralmente, dos pastillas de aspirina de 500 miligramos, no para aliviar el dolor, sino para evitar la adhesión de las plaquetas y mejorar el flujo sanguíneo. No exceda la dosis, porque puede calmar los dolores, los cuales son el medio para localizar el problema y evaluar el progreso de cualquier tratamiento.

Vigile la respiración de la víctima continuamente y verifique que sus vías respiratorias estén plenamente abiertas. Dé respiración artificial, si es necesario.

Se recomienda suministrar a la víctima líquidos de electrolitos balanceados o jugos de frutas a razón de un litro por hora las dos primeras horas, para evitar la deshidratación.

Si se calcula que llevaría mucho tiempo transportar el paciente a la cámara hiperbárica y éste muestra síntomas de afección en el sistema nervioso central, recomiende aplicar 16 miligramos de Dexametasona (decadrón) de preferencia por vía endovenosa (o en su defecto sublingual), para prevenir el edema de la médula espinal o al cerebro. La contraindicación de esta medicina es en pacientes diabéticos mal controlados. También puede usarse Glycerol en dosis de un gramo por kilogramo de peso, mezclado en una solución de glucosa al 50 por ciento con limonada o naranjada, el cual actuará rápidamente para reducir el edema y proteger tanto el sistema central nervioso, como el cerebro.

Si el paciente entra en estado de "shock" causado por el accidente de descompresión, se aplica Reomacrodex (Dextran 40) en la vena en una solución a razón de 500 mililitros cada 8 horas.



Se debe rendir un informe detallado de todos los medicamentos aplicados durante el transporte para que sean considerados en el tratamiento.

Ojo que en la Argentina sólo el médico puede administrar medicación. Si alguna otra persona lo hiciese, estaría incurriendo en ejercicio ilegal de la medicina!!!!

A continuación enunciamos ocho puntos que nunca deben realizarse.

- 1. No permita el acortamiento o la alteración a las tablas, excepto bajo la dirección de un médico experto en medicina hiperbárica.**
- 2. No permita al paciente dormir entre cambios de profundidad o más de una hora en cualquier parada.**
- 3. No espere el resucitador artificial. Si la respiración cesa en el paciente efectúe la de boca a boca.**
- 4. Nunca interrumpa el ritmo de la resucitación.**
- 5. Nunca use el oxígeno más profundo que a 60 pies.**
- 6. No deje de informar los síntomas que tuvo el buzo inicialmente.**
- 7. No deje de tratar algún caso dudoso. Si duda debe darle tratamiento.**
- 8. No permita al personal dentro de la cámara tomar una posición incómoda que pueda causar interferencia con la circulación de la sangre.**

Cólicos abdominales (ver Unidad N° 6)

Trastornos por movilidad dentaria (ver Unidad N° 6)

Enfermedades post buceo

A) Otitis del buceador (ver Unidad N° 6)

B) Hipoacusia del buceador: (ver Unidad N° 6)

C) Microembolias en Sistema Nervioso Central y Necrosis ósea

Con el advenimiento de nuevos métodos de diagnóstico (Tomografía axial computada, Resonancia Magnética Nuclear y Ultrasonografía en vasos sanguíneos), se descubrió que en todo buceo con aire comprimido a más de 7 metros, se formarían micro burbujas que se alojarían en los capilares, los cuales al verse obstruidos, podrían originar pequeños focos de necrosis en cartílagos de crecimiento y en el sistema nervioso central.

Esto se refiere a la muerte de los tejidos del hueso debido a la falta de oxigenación por obstrucción de las burbujas "silenciosas" al flujo de sangre, que no manifiestan síntomas y que se forman por descompresiones inadecuadas.

Esta degeneración por lo general se encuentra en buzos de edad avanzada con muchos años trabajando en inmersiones profundas y de tiempos prolongados.

La necrosis de hueso no produce síntomas y solo es detectada por examen de rayos X. Esta produce daños irreversibles.

Hasta que esto no se rectifique o ratifique, se aconseja que los niños a los cuales todavía no les han cerrado los cartílagos de crecimiento, se abstengan de respirar aire comprimido.

Para ir pensando....

A los que nos gusta la apnea, nos pasamos bastante tiempo debajo del agua, tiempo que sumado, puede alcanzar en un día de buceo a media o hasta una hora!!!! Tiempo en el que estuvimos buceando dentro de la cota de los 5 metros, en un perfil tipo "serrucho" (de 0 a 5 metros)... qué pasa con nosotros y las microburbujas???

Tendrá algo que ver esto, con el hecho que los buceadores de perlas de la Polinesia, quienes diariamente bucean en apnea hasta los 25-30 metros, muchos de ellos sufren con el tiempo dolencias neurológicas???? Mmmmm????? Se las dejo picando....

D) Efectos del Buceo con Aire Comprimido en el el feto:

La prevención va desde el segundo ciclo del ciclo menstrual, donde, ante la presunción de embarazo, no bucear a más de 60 pies (18 metros), evitando así daños embrionarios en las primeras semanas de vida.



Existen algunos factores que se sugieren como posibles causas de anomalías fetales. Se sabe que el embrión es muy susceptible a los cambios de presión parcial de oxígeno, principalmente si esta aumenta. Esto sucede si la madre bucea muy profundo o, llegado el caso de un cuadro de enfermedad de descompresión, si ella necesitara un tratamiento en cámara hiperbárica. Pueden existir alteraciones a nivel de la retina y cambios en el sistema circulatorio, con el cierre de algunos circuitos vasculares susceptibles al aumento de oxígeno en la sangre.

Por otro lado, la disminución de oxígeno en la sangre de la madre, podría llevar a aumentar la frecuencia de partos prematuros. Esto se ve en mujeres que hacen mucha apnea (pescadora de perlas). Si bien el nadar haciendo algo de snorkeling es un ejercicio aconsejado, el realizar apnea y ejercicios extenuantes puede ser perjudicial para la salud fetal.

¿Qué pasa con las burbujas que normalmente se forman durante una inmersión? Se sabe que en cualquier buceo el buzo sale a superficie con burbujas “silenciosas” que progresivamente desaparecen, no producen síntomas y pueden ser detectadas únicamente por ultrasonido.

Si bien la placenta actúa de filtro, muchas de esas pequeñas burbujas pueden atravesarla y no ser tan “pequeñas” para el feto. Por otra parte un filtro adicional en el organismo, los pulmones, están colapsados (no están “inflados”) en el feto. De manera tal que burbujas que en el adulto serían atrapadas en los alvéolos pulmonares y difundirían al aire al respirar, en el feto pasarían directamente al árbol arterial, con el consiguiente riesgo de embolias cerebrales, coronarias, etc.

Como el resto de las mujeres embarazadas, el uso de algunas drogas que atraviesan la placenta puede ser perjudicial para el feto y no debieran ser ingeridas por la madre. Lo más aconsejable es que cada una consulte con su obstetra qué medicamentos pueden ser utilizados sin problema. En particular, los descongestivos y los antivertiginosos actúan a nivel del sistema nervioso central y su actividad depresora puede ejercerse también en el cerebro fetal.

La circulación fetal depende del gran foramen oval y del duto arterioso para el fortalecimiento de la mayor parte de la sangre arterial del cordón umbilical para los tejidos más importantes, cortando camino de la circulación sistémica y pulmonar. El sistema cardiovascular fetal no posee un filtro efectivo, de esta forma todas las posibles burbujas formadas, probablemente sean llevadas al cerebro y arterias coronarias. Esta difusión selectiva podría entonces ser responsable del alto índice de mortalidad en los experimentos con fetos de animales.

Sobre la aeroembolia y sus efectos en la madre y el feto, aun no se poseen datos estadísticos suficientes para establecer una consecuencia estimada. Sin embargo, sabiendo que las burbujas en el feto migran preferentemente al cerebro y al corazón, tenemos potenciado los mismos riesgos en buceos más rasos.

Los factores de riesgo de buceo en gravidez van más allá de la embolia.

Esto es porque el tratamiento para estos casos necesitan de cámaras hiperbáricas en gestantes, y administración de O₂. Los tratamientos hiperbáricos en gestantes, muestran cambios en la circulación uterina y fetal, durante la administración de O₂ hiperbárico. En este caso, hay una disminución de la irrigación placentaria y umbilical. Por tanto, la principal observación está en las alteraciones de los patrones de circulación fetal. Un problema más inmediato, más especulativo aun, está ligado a los cambios fisiológicos básicos, afectados por el acto de bucear. Durante la gravidez, la distribución del fluido corpóreo de la gestante es alterado como un aumento del fluido intersticial y edema. Estos fluidos pasan a tener un intercambio de gases disminuidos. Pudiendo estos fluidos servir como propensos a una mayor retención de N₂. Con esto, habrá una alteración de la velocidad de liberación de N₂ por parte de la gestante, diferente de los valores convencionales de las tablas. Un aumento del tejido adiposo, natural en el periodo de gravidez, predispone a el riesgo de descompresión, por el aumento de N₂ absorbido.

De una forma conservadora y fundada en la carencia de estudios con comprobación efectiva de no interferencia del buceo con la gravidez, casi la totalidad de los investigadores afirman que:

UNA MUJER EMBARAZADA, NO DEBE BUCEAR

E) Efectos del Buceo con Aire Comprimido en la Madre:

El buceo puede no traer mayores problemas a la madre que aquellos que ocurren con las mujeres no embarazadas. Hasta hace algunos años, se sospechaba que las mujeres, por contener mayor porcentaje de tejido graso en su cuerpo, eran más susceptibles a sufrir enfermedad por descompresión. Hoy se sabe que las posibilidades son iguales, tanto para hombres como para mujeres.

El embarazo en sí conlleva ciertos problemas que pueden dificultar el buceo.

Durante el primer trimestre es común que la futura madre se queje de cefaleas, fatiga, náuseas, y vómitos, y es más probable que prefiera descansar que abordar un barco para una actividad de buceo...



A medida que el abdomen crece, el traje de neoprene no entra, el chaleco compensador no cierra y subir y bajar del barco puede llegar a ser una odisea.

Problemas más serios aparecen con la consabida “retención líquida del embarazo” y desde el cuarto mes en adelante, es más difícil compensar los oídos y senos paranasales.

Este aumento de líquidos circulantes, del volumen de sangre y de los mecanismos de coagulación podría llevar al incremento del riesgo de enfermedad por descompresión.

Nada de esto está debidamente probado, pero existen fuertes sospechas de que pudiera ser así. Si bien se ha visto un ligero aumento en la frecuencia de malformaciones fetales en mujeres que bucearon durante el embarazo, estas frecuencias no difieren en forma significativa del resto de la población.

De todas maneras, la mayoría de las autoridades en la materia aconsejan no bucear durante el embarazo.

Referencias.

- Cresswell J. E. Et al. Women and scuba diving. BMJ 1991; 302:1590-1
- Lippman, J. Women and diving. En “Deeper into diving” J.L. Publications, Victoria, Australia. 1st ed 1990: 153-166
- Sykes J.J.W. Medical aspects of scuba diving. BMJ 1994; 308:1483-8

Además de todas las patologías descritas en este apunte hay una que puede presentarse en cualquier momento del buceo (inmersión y hasta en preinmersión), cuya causa es la resultante de la mayoría de los accidentes y/o patologías vistas en este trabajo.

Nos estamos refiriendo al ahogamiento... la cual se verá en la clase N° 9 bis

**EL SIGUIENTE CUADRO RESUME TODO LO QUE TE
PUEDE PASAR
ANTES, DURANTE Y LUEGO DE HACER ALGUNA
ACTIVIDAD DE BUCEO...
INDEPENDIEMENTE QUE SEAS
UNA, DOS, TRES ESTRELLAS,
DIVE MASTERS
O NEPTUNO, EL DIOS DEL MAR...**



A P N E A		E B A C
PRE IN MER SION	a) Hidrocución: - Shock mecánico o traumático. - Shock termodiferencial - Shock emocional (pánico) b) Desmayo por hiperventilación (alcalosis respiratoria). c) Vértigo (mal de mar).	a) Hidrocución b) Vértigo (mal del mar)
I N S C E N S I O	- Oídos - Pulmón a) Barotrauma - Senos paranasales - Visor - Traje - Dental b) Vértigo de Mennière c) Hemorragia nasal d) Vértigo por estímulo calórico.	a) IDEM b) IDEM c) IDEM d) IDEM e) SNAP f) SAAP
N M E R A R E S N C I A	a) Desmayos por hiperventilación (acidosis respiratoria) b) Agotamiento. c) Vértigo de Mennière d) Calambres e) Hipotermia f) Trastornos por movilidad dentaria	a) Hiperoxia b) Intoxicación por dióxido de carbono (CO ₂) c) Intoxicación por monóxido de carbono (CO) d) Narcosis nitrogenica e) Cambios en la voz y la audición f) Agotamiento g) Vértigo de Mennière h) Calambres i) Hipotermia j) Trastornos por movilidad dentaria.
A S C E N S O	a) Desmayos por hipoxia (Black out) b) Barotraumas de oído, senos paranasales y dental. c) Hemorragia nasal. d) Cólicos abdominales.	a) Barotraumas de oído, senos paranasales y dental. b) Sobredistención pulmonar (Neumotórax, Enfisemas mediastinal, subcutáneo y Embolia traumática). c) Enfermedad de la descompresión (Embolia gaseosa y Bends). d) Cólicos abdominales
P O S T B U C E O	a) Otitis del buceador b) Hipoacusia del buceador	a) Otitis del buceador b) Hipoacusia del buceador c) Microembolias en Sistema Nervioso Central y Necrosis ósea

RECORDAR ESTA LISTA

**DURANTE LA PLANIFICACIÓN DE TUS BUCEOS
 PUEDE SIGNIFICAR LA DIFERENCIA ENTRE LA VIDA Y LA MUERTE
 DE VOS, DE TU COMPAÑERO DE BUCEO O DE TUS PERSONAS A CARGO
 SI SOS EL BUZO RESPONSABLE
 (el de mayor categoría del grupo)
 O BUZO MAESTRO
 (DIVE MASTERS).**

