



# Conocimientos del personal sanitario de Urgencias de La Palma sobre accidentes de buceo.

---

Paola Cabrera González

Tutor: Luis M. Cairós Ventura

Grado en Enfermería.  
Facultad de Ciencias de la Salud: Sección Enfermería y fisioterapia.  
Universidad de La Laguna (Sede La Palma)  
Fecha: 05/06/2016



## RESUMEN

**Introducción:** Los orígenes del buceo con aire comprimido se remontan a 1837 cuando Auguste Siebe crea el traje de buzo clásico dotado de suministro de aire comprimido desde superficie. Actualmente se puede afirmar que el buceo no es de por sí una actividad peligrosamente mortal, pero sí que existen riesgos conocidos, como por ejemplo la enfermedad descompresiva, que tienen unos síntomas específicos.

**Metodología:** Se realizó un estudio descriptivo transversal, llevado a cabo por medio de un cuestionario, con el objetivo de analizar el conocimiento que el personal encuestado (médicos y enfermeros de los Servicios Normales de Urgencias de S/C de La Palma y Los Llanos de Aridane y del Servicio de Urgencias del Hospital General de La Palma), tiene sobre los accidentes de buceo, tanto de sus síntomas como de los tratamientos disponibles para tratarlos.

**Resultados:** El porcentaje de respuesta ha sido de 98,27%, de los cuales un 78,94% declara tener más de 10 años de experiencia profesional. El 100% declara que el tratamiento quirúrgico no es el adecuado para solucionar una enfermedad descompresiva, coincidiendo en el mismo porcentaje que identifican que puede haber contraindicaciones para la práctica del buceo. Además, tan solo un 8,77% manifiesta erróneamente que en la isla se puede tratar la enfermedad descompresiva. Existe un 15% de profesionales que no han identificado correctamente los síntomas propios de la enfermedad descompresiva, necesarios para poder indicar el tratamiento y cuidados adecuados.

**Conclusión:** Ante el análisis de los resultados se puede decir que aunque más de la mitad de los encuestados no haya realizado ninguna actividad relacionada con el tema, existen unos porcentajes de aciertos por encima del 90% en prácticamente todos los ítems.

**Palabras clave:** Buceo, accidentes de buceo, enfermedad descompresiva



## ABSTRACT

**Introduction:** The origins of diving with compressed air back to 1837 when Auguste Siebe creates the classic suit diver equipped with compressed air supply from surface. At present, we can affirm that diving is not in itself an activity dangerously mortal, but there are risks, such as decompression sickness, which have specific symptoms.

**Methodology:** A cross-sectional descriptive study was conducted through a questionnaire with the objective of analysing the knowledge the respondent staff (doctors and nurses of the Standard Emergency Services of S/C de La Palma and Los Llanos and the Emergency department of the General Hospital of La Palma), has on diving accidents, about its symptoms and treatments. **Results:** The response rate has been 98.27%, of which 78.94% reported having more than 10 years of professional experience. The 100% state surgical treatment is not suitable to solve decompression sickness, coinciding in the same percentage that identify there may be contraindications for diving. In addition only 8.77% said mistakenly that the island can treat decompression sickness. There are a 15% of professionals who have not correctly identified the symptoms of decompression sickness, necessary to indicate the appropriate treatment and care. **Conclusion:** Before the analysis of the results we can say that although more than half of respondents have not made any activity related to the matter, there are percentages of correct answer above 90% in almost all items.

**Keywords:** Diving, diving accidents, decompression sickness



## **ÍNDICE**

<b>1.</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.</b>	<b>Justificación .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Marco teórico conceptual.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1.</b>	<b>Leyes físicas .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2.</b>	<b>Leyes fisiológicas .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3.</b>	<b>Clasificación de problemas derivados del buceo .....</b>	<b>8</b>
<b>2.4.</b>	<b>Barotraumatismo.....</b>	<b>10</b>
<b>2.5.</b>	<b>Enfermedad descompresiva .....</b>	<b>12</b>
<b>2.5.1.</b>	<b>Plan de evacuación ante una enfermedad descompresiva .....</b>	<b>18</b>
<b>2.6.</b>	<b>Cámara hiperbárica .....</b>	<b>19</b>
<b>2.7.</b>	<b>Tratamiento.....</b>	<b>21</b>
<b>2.8.</b>	<b>Botiquín de primeros auxilios.....</b>	<b>23</b>
<b>2.9.</b>	<b>Legislación .....</b>	<b>25</b>
<b>3.</b>	<b>Antecedentes .....</b>	<b>27</b>
<b>4.</b>	<b>Problema .....</b>	<b>29</b>
<b>5.</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>29</b>
<b>6.</b>	<b>Metodología .....</b>	<b>30</b>
<b>6.1.</b>	<b>Tipo de estudio .....</b>	<b>30</b>
<b>6.2.</b>	<b>Población y muestra .....</b>	<b>30</b>
<b>6.3.</b>	<b>Instrumentos de medida .....</b>	<b>31</b>
<b>6.4.</b>	<b>Limitaciones .....</b>	<b>32</b>
<b>6.5.</b>	<b>Variables .....</b>	<b>32</b>
<b>6.6.</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>33</b>
<b>7.</b>	<b>Discusión y conclusiones .....</b>	<b>35</b>
<b>8.</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>37</b>
<b>9.</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>39</b>
<b>9.1.</b>	<b>Anexo 1: Permiso a la gerencia para la realización de la encuesta a los sanitarios .....</b>	<b>39</b>
<b>9.2.</b>	<b>Anexo 2: Encuesta.....</b>	<b>40</b>

# 1. INTRODUCCIÓN

Para muchos los orígenes del buceo con aire comprimido se sitúan cuando en 1837 Auguste Siebe crea el traje de buzo clásico dotado de suministro de aire comprimido desde superficie. Pero no fue hasta 1943 que J. Y. Costeau y E. Gagnan perfeccionan los trabajos de otros investigadores como Roquayrol o B. Denayrouse, creando el primer aparato que de buceo totalmente autónomo.

Este aparato se denominó "Aqualung", pulmón acuático, de sencillo funcionamiento, que significó el punto de partida de la gran expansión de la inmersión subacuática.

Desde las primeras incursiones subacuáticas con suministro de aire desde superficie o de forma autónoma gracias al Aqualung, se ha tenido conciencia de que esta actividad conlleva asumir una serie de riesgos. Conforme el hombre perfeccionaba sus técnicas subacuáticas y se alcanzaban cotas más profundas y mayores tiempos de permanencia, aumentaban los problemas, aparecían nuevos efectos sobre el organismo con lo que el estudio de éstos no ha parado desde entonces.

Hoy en día se puede afirmar que el buceo con escafandra no es de por sí una actividad peligrosamente mortal, pero sí que existen una serie de riesgos conocidos, a los cuales con entrenamiento, equipamiento y conocimientos adecuados se les puede hacer frente convirtiendo la inmersión en una actividad productiva a nivel comercial, con potencial militar y como no, emocionante y enriquecedora como actividad deportiva.<sup>(1)</sup>

## 1.1. Justificación

Los accidentes de buceo en la isla de La Palma son muy poco conocidos, debido a la poca frecuencia con la que suceden y el pequeño grupo de personas que lo realizan.

El conocimiento que tienen los profesionales sanitarios sobre el tema influye en el diagnóstico de las patologías propias del buceo ya que la mayoría de veces los síntomas propios de este tipo de enfermedades se asocian a otras patologías, mayoritariamente por el poco conocimiento que existe.

Toda actividad subacuática conlleva el riesgo de accidentes disbáricos: barotraumas, enfermedad descompresiva, intoxicaciones por gases, etc. Considerando esta posibilidad de accidente, antes de la inmersión, se debe tener prevista la evacuación del buzo accidentado a un centro hospitalario dotado con una cámara multiplaza de descompresión y profesionales especializados en el tratamiento de estas patologías. Así se establece para el mundo laboral en la OM de 14 de octubre de 1997, artículo

14.5: *“cualquier operación de buceo debe tener prevista la evacuación a una “cámara multiplaza de descompresión, que haga posible el tratamiento adecuado [...] en un plazo máximo de dos horas”<sup>(2)</sup>*

De las cámaras hiperbáricas (CH) que están registradas en España no todas están instaladas en un centro hospitalario a cargo de un servicio médico especializado o existen lugares en los que no se dispone de este recurso y es necesario que los accidentados sean trasladados a centros de referencia, como es el caso del Hospital General de La Palma.

En un principio todo accidente que sufra un buceador en las 24 horas posteriores a una inmersión debe ser considerado como un accidente disbárico, por lo que se hace necesario tener conocimiento sobre los síntomas derivados de esta enfermedad para poder descartarlos.

En la isla de La Palma no existe ninguna cámara hiperbárica por lo que el tratamiento más eficaz para una de las patologías más frecuentes derivadas del buceo como es la enfermedad descompresiva no es posible realizarlo en la isla. La cámara hiperbárica más próxima se encuentra en el Hospital Universitario de Canarias, en la isla de Tenerife; por lo cual se debe de transportar a los pacientes con la mayor celeridad posible, teniendo en cuenta el protocolo de transporte. Cuanto mayor sea el tiempo de rescate y de transporte más altas serán las secuelas producidas por un accidente de buceo.

En 2014 comenzó a desarrollarse en la isla de La Palma un proyecto relacionado con el buceo, como es El Parque Temático Submarino de Santa Cruz de La Palma.

Este proyecto contempla la creación de un arrecife artificial en el litoral capitalino mediante el hundimiento de diferentes pecios o la implantación de diversas estructuras submarinas a modo de biotopo, repartidas en diferentes puntos del frente marítimo.<sup>(3)</sup>

Para poder impulsar el turismo de buceo en La Palma que este parque reclama deberemos ofrecerles a los buceadores unas medidas de seguridad adecuadas con la actividad como se ve reflejado en la OM de 14 de octubre de 1997, artículo 14.5, anteriormente descrita.

Con este proyecto se pretende analizar el nivel de conocimientos que los sanitarios de los servicios de urgencias tienen con respecto al tema, ya que en un futuro no muy lejano esta actividad desarrollada en la capital de la isla reclamará un turismo con unas necesidades especiales en cuanto a la asistencia sanitaria.



## 2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Este apartado contiene una recopilación de conceptos relacionados con el tema a investigar en el trabajo.

Debido a las condiciones extremas a las que se enfrenta el buceador al realizar la inmersión, el individuo debe estar “psico-biotécnicamente” preparado, para ello debe tener:

- Adecuada relajación psíquica
- Buena preparación física
- Instrucciones específicas sobre el medio en el que va a desarrollar la actividad y el material que va a usar.

La presión es el aspecto que más influye en el buceador durante la inmersión. Al sumergirse, el buceador soporta una presión absoluta, es decir, la presión atmosférica más la presión hidrostática o relativa (Presión de la columna de agua).

La mayoría de los incidentes y accidentes del buceo pueden ser prevenidos si se conocen y respetan las leyes físicas y fisiológicas aplicables en el medio acuático.

### 2.1. Leyes físicas

- *Principio de Arquímedes*

*“Cualquier cuerpo sumergido en un líquido experimenta un empuje hacia arriba equivalente al peso del volumen del líquido desalojado”*

La flotabilidad viene dada por la relación entre el volumen y peso del buceador, lo cual se ve alterado durante la práctica del buceo.

- $\text{Peso} = \text{empuje} \rightarrow \text{Equilibrio}$
- $\text{Peso} > \text{Empuje} \rightarrow \text{Hundimiento}$
- $\text{Peso} < \text{Empuje} \rightarrow \text{flotamos}$

La flotabilidad se controlará con el lastre, disminuyendo o aumentando el peso total.

- *Principio de Pascal*

*“La presión ejercida sobre un punto de un líquido se transmite en todas las direcciones con la misma intensidad”*



El buceador durante su paseo subacuático experimenta una compresión ejercida por la presión hidrostática, la cual actúa por igual sobre todo su cuerpo, lo que produce una reducción de su volumen corporal, al comprimirse el abdomen y una reducción del volumen del equipo.

- *Ley de Boyle-Mariotte*

*“A temperatura constante el producto de la presión por el volumen es una constante y el volumen ocupado por una masa de gas es inversamente proporcional a la presión que soporta.”*

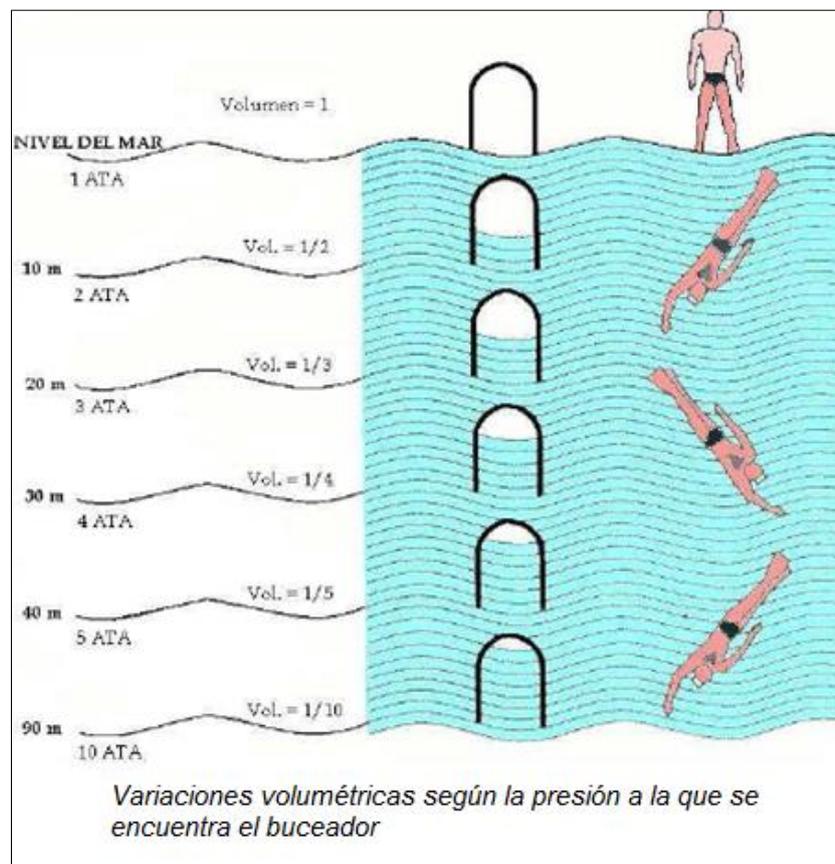
En el descenso del buceador aumenta la presión y disminuye el volumen gaseoso. Al subir a superficie la presión disminuye lo que determina una expansión de volumen

*TABLA .1.- Variaciones presovolumétricas.<sup>(5)</sup>*

<b>VARIACIONES PRESOVOLUMÉTRICAS (Ley de Boyle-Mariotte)</b>			
<b>Profundidad (m/agua)</b>	<b>Presión (ATA)</b>	<b>Volumen relativo</b>	<b>Implosión (%)</b>
0	1	1	100
10	2	½	50
20	3	1/3	33.3
30	4	¼	25
40	5	1/5	20
50	6	1/6	16.7

☞ *ATA= Atmósferas absolutas = Presión atmosférica + presión de la columna de agua*

Fig. 1.- Variaciones volumétricas según la presión a la que se encuentra el buceador.<sup>(1)</sup>



- Ley de Henry

*“A temperatura constante y saturación, la cantidad de gas disuelta en un líquido es proporcional a la presión ejercida por el gas sobre el líquido.”*

Durante la inmersión, al aumentar la presión y basándonos en esta ley, en los tejidos de nuestro organismo se rompe el equilibrio entre los gases que respiramos a presión y la capacidad de éstos para absorberlos. El tejido comienza a captar gas y disolverlo, a este estado se llama instauración. Estos gases se disolverán más fácilmente o no en el tejido conforme al coeficiente de solubilidad de este.

Se dice que un tejido está saturado cuando a una presión determinada ya no puede disolver más gas. Y por último un tejido está sobresaturado cuando por la disminución de la presión el gas disuelto en el tejido sale de su interior.

Esta ley la podemos ver aplicada en la enfermedad descompresiva, en la cual se producen sobresaturaciones descontroladas del gas que escapa del interior del tejido, lo cual veremos más adelante en profundidad.



- *Ley de Dalton*

*“La presión total de una mezcla gaseosa es igual a la suma de las presiones parciales de cada uno de los gases que componen la mezcla.”*

Durante una inmersión normal se respira una mezcla gaseosa compuesta por oxígeno y nitrógeno principalmente, que es el aire comprimido. A determinadas profundidades este aire se respira a una presión que hace que tanto el oxígeno como el nitrógeno se vuelvan tóxicos y narcóticos respectivamente.

- *Ley de Charles-Gay Lussac.*

*“A volumen constante, el aumento de presión de un gas es directamente proporcional a la elevación de la temperatura.”*

No afecta directamente al buceador, sino a los aparatos de los que se sirve para permanecer bajo el agua.

Una botella durante su carga aumenta de temperatura lo que hace que el manómetro indique más presión en su interior que una vez que se enfría.

- *Ley de Graham.*

*“Las velocidades de difusión de los gases son inversamente proporcionales a las raíces cuadradas de sus respectivas densidades.”*

Cada gas tiene un peso molecular determinado, es decir, mayor o menor tamaño de su molécula, lo que relacionado con la Ley de Graham nos deja en que a mayor masa molecular menor velocidad de difusión.

Esto es importante ya que la velocidad de difusión de un gas, velocidad con la que puede saturar o sobresaturar un tejido, es vital en el procedimiento de descompresión.

En el buceo moderno se han ideado estrategias para variar los efectos tóxicos de algunos gases de elevado peso molecular (lentos) empleados en la inmersión al cambiarlos por otros de similares características metabólicas pero de menor peso molecular, como es el caso del cambio del nitrógeno por helio.

- *Ley general de los gases*

*“El volumen de un gas o masa de gases experimenta variaciones en razón directamente proporcional a la temperatura e inversamente proporcional a la presión que soporta.”*



La Ley General de los Gases es la unión de la Ley de Boyle-Mariotte y la Ley de Charles-Gay Lussac, la cual obtiene relevancia en los procedimientos de descompresión.

## 2.2. Leyes fisiológicas

- *Principio térmico*

El ser humano mantiene una temperatura prácticamente constante en torno a los 37°C, y tiende a perder calor por irradiación, conducción (la conductividad térmica del agua es 25 veces mayor que la del aire), y convección al desplazarse y renovarse el agua en contacto con la piel. Un sujeto de 70kg, desnudo y en reposo en agua a 18°C, consume unas 2200 calorías por hora.

- *Mecanismos de adaptación cardiovascular*

Con la inmersión se producen modificaciones en el ritmo y tono del corazón, así como diversas redistribuciones vasculares (vasoconstricción periférica) a fin de evitar pérdidas calóricas y mantener la perfusión de los órganos nobles (corazón, cerebro y riñón) con una tensión arterial normal. El solo hecho de sumergir la cara determina el reflejo bradicárdico de la zambullida, disminuyendo a frecuencia cardiaca entre un 10 y 15 % (Vías aferentes VII y VIII par, vía eferente X par)

- *Mecanismo de adaptación ventilatoria*

La respiración se modifica durante la inmersión, haciéndose la espiración activa, al tener que vencer la presión positiva ambiental (resistencia de las válvulas de exhaustación y el aumento de densidad del medio respirable a presión) lo que crea un aumento del trabajo respiratorio y la producción de CO<sub>2</sub>.

- *Fisiología ORL*

Es importante conocer los mecanismos del equilibrio de presiones a nivel de oídos y el aumento de velocidad de propagación de las ondas acústicas (cinco veces superior: 340 m/s en el aire y 1500 m/s en el agua) con el peligro de no poder localizar una fuente sonora (embarcación).



### 2.3. Clasificación de problemas derivados del buceo

Los riesgos derivados del buceo pueden clasificarse de innumerables maneras. Según:

- Fases de buceo
- Equipos empleados
- Profundidad
- Riesgos generales de toda práctica acuática y específicos de cada modalidad de buceo
- Según tengan como origen el efecto recogido por alguna Ley física
- Según la experiencia del buceador
- Por aparato o sistema orgánico implicado
- Según se originen por cambios en la presión, temperatura, densidad, la luz el sonido y el uso de equipos o maquinaria.

La más sencilla de entender puede ser en base a las fases del buceo, es decir:

- En la superficie:* Durante los desplazamientos y/o permanencia en el barco y en la costa a la entrada o salida de la inmersión.
- A la entrada al agua:* Durante la entrada en el agua, ya sea desde una embarcación o desde la costa y el intervalo de tiempo comprendido entre ese momento y el descenso hacia el fondo. También incluye el intervalo de tiempo entre una inmersión y otra durante una jornada de pesca submarina.
- Durante el descenso:* Hace referencia al intervalo de tiempo comprendido entre que sumergimos la cabeza y llegamos a la cota de profundidad deseada.
- En el fondo:* Todo el tiempo que permanecemos sumergido hasta que empezamos el ascenso.
- Durante el ascenso:* Desde el momento que abandonamos el fondo hasta que sacamos la cabeza fuera del agua.
- Posteriores a la inmersión:* Acontecimientos acaecidos después de terminada la inmersión ya en superficie.



*Clasificación etiológica:*

1. Accidentes específicos del buceo en apnea
  - Distress respiratorio debido al tubo (snorkel)
  - Síncope anóxico de emersión
  - Edema pulmonar de las inmersiones a profundidades extremas en apnea
2. Accidentes de buceo en general:
  - Accidentes disbáricos (variaciones de presión)
    - i. En la esfera ORL
      1. Barotruamatismos óticos
      2. Barotraumatismo de senos apranasales
    - ii. En la esfera pulmonar
      1. Síndrome de sobreexpansion intratorácica (SSI)
    - iii. En la esfera gastrointestinal
      1. Cólicos del buceador y dilatación aguda gástrica
    - iv. Accidentes bioquímicos (toxicidad de los gases respirados)
      1. Intoxicación por O<sub>2</sub>
      2. Intoxicación por CO<sub>2</sub>
      3. Intoxicación por N<sub>2</sub> (narcosis de las profundidades)
      4. Intoxicación por CO
    - v. Accidentes biofísicos (ED)
      1. Enfermedad descompresiva
      2. Síndrome de Taravana
    - vi. Accidentes de etiología múltiple
      1. Físicos: naturales, artificiales sumergidos y en superficie.
      2. Biológicos: urticantes, punzantes, cortantes, mordedores.



## 2.4. Barotraumatismo

Accidentes causados por variaciones bruscas de la presión ambiental en las cavidades aéreas de volumen poco variable.

Existe implicación de la ley de Boyle-Mariotte, descrita anteriormente.

Al aplicar esta Ley se observa que los mayores cambios de volumen tienen lugar cerca de la superficie. A 10 m de profundidad la presión se duplica por lo que el volumen de un gas en un espacio cerrado disminuye su volumen a la mitad. En cambio al descender a los 30 m de profundidad la presión aumenta un 25% respecto a la situación de superficie, disminuyendo el volumen gaseoso sólo una cuarta parte.

En el ascenso ocurre la inversa: desde los 10 m hacia la superficie es cuando el volumen experimenta un mayor cambio, duplicándose. Por ello la mayoría de los problemas médicos por barotraumatismo ocurren cerca de la superficie (alrededor de los primeros 10 m).

Los barotraumatismo se clasifican según su localización y el mecanismo fisiopatológico:

1. Senos paranasales:
  - a. Del descenso
  - b. Del ascenso
2. Oído
  - a. Externo: descenso
  - b. Medio:
    - i. Del descenso
    - ii. Del ascenso
    - iii. Parálisis facial
    - iv. Síndrome de absorción de O<sub>2</sub> del oído medio
  - c. Vértigo alterno-bárico:
    - i. Del ascenso
    - ii. Del descenso
  - d. Vértigo calórico
  - e. Oído interno:
    - i. Pérdida de audición
    - ii. Vértigo
3. Dental (ascenso)



4. Visceral (ascenso)
  - a. Gastrointestinal
  - b. Cavity peritoneal
  - c. Mediastino
  - d. Laringe (laringocele)
  - e. Cavity craneal
5. Pulmonar (ascenso)
  - a. Enfisema mediastínico, enfisema subcutáneo y neumotórax
  - b. Embolia gaseosa (de aire)
6. Originado por el equipo de buceo
  - a. Gafas de buceo (descenso)
  - b. Traje seco (descenso)
  - c. Aplastamiento del buzo clásico (descenso)
  - d. Aboyamiento del buzo clásico (ascenso)
7. Otros: enfisema subcutáneo, barotraumatismo de quiste óseo, afectación de pares craneales (V, VII)



## 2.5. Enfermedad descompresiva (ED)

La enfermedad descompresiva es un cuadro clínico resultado de la formación y presencia de burbujas de gas en la sangre y los tejidos, como consecuencia de la reducción de la presión barométrica, lo que ocasiona diferentes tipos de alteraciones.

En la ED se produce una sobresaturación de algunos tejidos por nitrógeno ( $n_2$ ) que desemboca en un fenómeno de polimicroembolismo gaseoso multilocalizado con consecuencias locales y a distancia, junto a trastornos hemodinámicos y reológicos importantes. <sup>(1)</sup>

### □ *Aparición de la enfermedad descompresiva:*

El período de tiempo entre la llegada a superficie y la aparición de síntomas puede llegar hasta las 36 horas, pero en general la mayoría de casos presentan sintomatología antes de una hora y el 95% antes de transcurridas 6 horas.

La ED puede aparecer en el agua al regresar a la presión atmosférica, e incluso dentro de simuladores de presión.

1. Aparición inmediata: 67.70%
2. Dentro de la 1 hora: 18.80%
3. Entre la 1ª hora y las 6 horas: 12.50%
4. Entre a 6ª hora y las 24 horas: 12.50%
5. Dentro de las 24 horas: 1.10%

### □ *Clasificación de la Enfermedad*

La Enfermedad Descompresiva podemos dividirla en dos tipos:

- **ED tipo I**

Para los casos leves y sin compromiso vital. Comprende las manifestaciones músculo esqueléticas ("Bends") y los accidentes cutáneo-linfáticos.

Se caracteriza por presentar dolor osteomuscular ("Bend"), principalmente localizado en huesos largos, o síntomas cutáneos variables. La exploración neurológica debe ser normal y tras tratar al paciente a una presión de 2,8 ATA respirando  $O_2$  al 100%, los bends desaparecen dentro de los diez primeros minutos.



## Presentación:

1. En el agua. Aparece durante la fase de descompresión, a lo largo del ascenso
2. Una vez emergidos. Situación de mayor frecuencia
3. En diferido. Rara presentación, pues no hay constatación de muchos casos 6 horas más tarde después de finalizar la inmersión.

### ◆ Alteraciones musculoesqueléticas (bends):

Son las manifestaciones clínicas más frecuentes. Se producen por la presencia de burbujas en el interior de los músculos, vainas tendinosas, ligamentos o espacios perióísticos. Aparece un dolor similar a un apuñalamiento del miembro afectado, parecido al producido en un desgarramiento muscular. En ocasiones solo consiste en una simple pesadez del miembro. Tiene características rebeldes al tratamiento con los analgésicos habituales. Puede aparecer en un lugar y posteriormente emigrar al conjunto muscular cercano.

Se localizan preferentemente en las articulaciones de las extremidades, sobre todo hombro y rodilla. Menos frecuente en codos, brazos, muñecas, caderas y tobillos.

Una posible forma de exploración es coger el miembro afectado y movilizarlo sin que haga ningún esfuerzo el buceador que o sufre; si el dolor aumenta sabremos que es un bend; mientras que si el dolor no sufre modificación será indicativo de la existencia de afectación en la médula espinal.

Suele desaparecer por completo en los primeros minutos de recompresión en la CH.

Se debe esperar un mínimo de 10 días para volver a bucear. Así se evita que el dolor se repita o que pueda llegar a incrementarse.

### ◆ Síntomas cutáneos:

No son frecuentes en el buceo deportivo, al llevarse, por lo habitual, en nuestras aguas, trajes húmedos o de volumen constante. Son más corrientes cuando la descompresión se efectúa en un medio seco, como es un traje de volumen constante o una cámara de descompresión. Si evolución es benigna.

Aparecen manchas rojas subcutáneas o también acompañadas de prurito e incluso en algunos casos, existe dolor. La erupción cutánea se origina por una vasoconstricción aumentada por el frío ya que la presión sobre la piel hace que se incremente el estancamiento de los glóbulos rojos.

El tratamiento consiste en la recompresión hiperbárica.



- **ED tipo II**

Para los casos que revisten gravedad que conllevan a peor evolución y pronóstico. La sintomatología afecta al sistema nervioso:

- ◆ Accidentes medulares

La sintomatología aparece rápidamente, ya sea dentro del agua, en la emersión o después del buceo, antes de haber transcurrido 10 minutos.

El dolor dorso-lumbar, las alteraciones de la sensibilidad del aparato locomotor y la retención de orina pueden componer el cuadro de afectaciones. Esta última es el signo más frecuente, y se presenta en un gran número de los casos.

El tratamiento consiste en la recompresión hiperbárica, casi siempre quedan pequeñas secuelas clínicas, que atañen a trastornos de tipo sexual.

- ◆ Accidentes cerebrales

Surgen como una complicación de la sobre presión pulmonar.

Tienen aparición rápida en el agua, durante el ascenso o en las paradas de descompresión, siempre antes de los 10 minutos después de haber salido a la superficie.

Síntomas: aturdimiento y hasta pérdida de la consciencia, pudiendo llegar al coma; confusión, desorientación, trastornos del comportamiento, convulsiones, cefaleas, trastornos de habla, amnesia, alteraciones de la coordinación motora, trastornos de la sensibilidad, e incluso puede aparecer una parada cardiorrespiratoria.

El tratamiento consiste en la recompresión hiperbárica con oxigenoterapia

- ◆ Accidentes vestibulares

Efectos de una mala descompresión a nivel del oído interno.

Las manifestaciones son observadas durante el ascenso o la parada en las cotas de descompresión, durante la emersión; o en la primera hora después del buceo.

Los síntomas que aparecen son: gran vértigo de tipo rotatorio; náuseas y vómitos; en ocasiones, pérdida de audición o sordera pueden acompañar a los vértigos; somnolencia inusual; aparición de nistagmus.

El tratamiento consiste en la recompresión hiperbárica.



◆ Accidentes pulmonares :CHOKE (Sofocación pulmonar)

Accidente de descompresión a nivel pulmonar.

La desgasificación ha sido masiva, habiéndose producido burbujas que obstruyen la circulación pulmonar; su bloqueo provoca un desfallecimiento de la bomba cardíaca derecha en adelante, haciendo que se torne ineficaz.

Puede aparecer dentro del agua, en la emersión o inmediatamente después.

Síntomas: sensación de malestar, solo rúe aumenta con la inspiración y la espiración profundas, taquipnea, cianosis, peligro latente de parada cardiorrespiratoria.

El tratamiento consiste en la recompresión hiperbárica. <sup>(1,4)</sup>

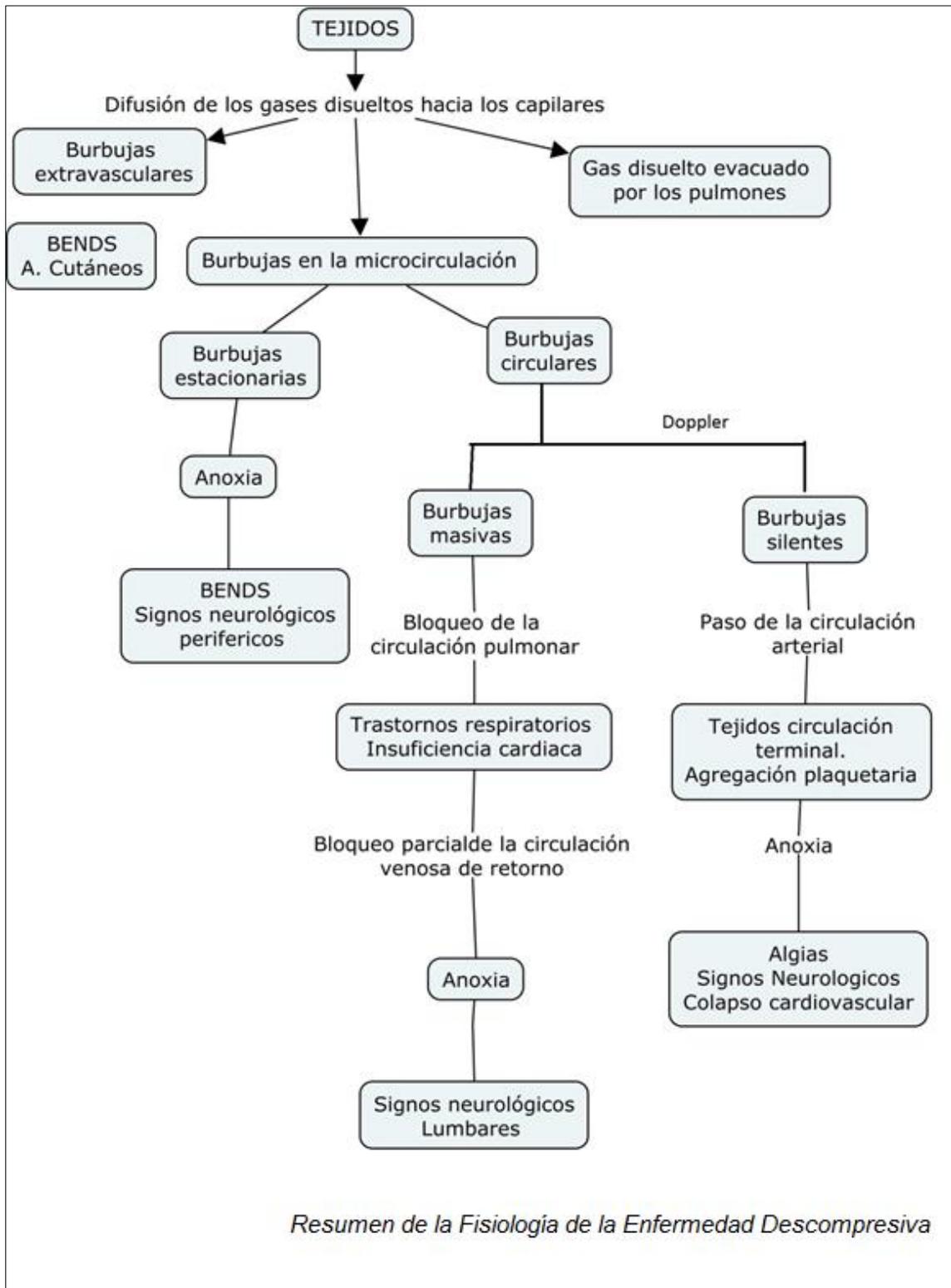
### **Factores de riesgo de la Enfermedad Descompresiva**

1. Utilización deficiente de las tablas, que comprende tanto el no respetar el tiempo señalado en la parada como no respetar las velocidades de ascenso indicadas.
2. Ejercicio muscular:
  - a. Antes de la inmersión: Ejercicio realizado 24 horas antes del buceo, sobre todos si existe dolores musculares.
  - b. Durante la inmersión: El aumento de la perfusión sanguínea conlleva que aumente la disolución de gases inertes. El tiempo para descompresión aumenta e, inevitablemente, también los riesgos de padecer ED.
  - c. Después de la inmersión: Evitar hacer ejercicio porque aumenta la formación de burbujas en el organismo, que está sobresaturado de gas inerte.
3. Mala condición física
4. Fatiga previa a la inmersión. Cansancio en general, falta de sueño, estrés,... son situaciones que pueden incrementar los riesgo de la descompresión.
5. Susceptibilidad individual. El riesgo de padecer ED está acrecentado en la obesidad por la alta solubilidad del nitrógeno en la grasa.
6. Inmersiones sucesivas. Aumentando el riesgo de ED.
7. Inmersiones profundas y de larga duración. Debemos considerar los 60 metros como la mayor profundidad para el buceo deportivo, pues es el límite de las tablas deportivas actuales.



8. Inmersiones multinivel.
9. Viajes en avión después del buceo.
10. Malas condiciones del mar. Un mar agitado, la existencia de fuertes corrientes, mala visibilidad, frío, etc.; son situaciones que favorecen la inexactitud de las profundidades en paradas de descompresión.
11. Antecedentes patológicos. Sobre todo si el buceador ha presentado ya un accidente de ED.
12. Consumo de alcohol. Produce vasodilatación en los vasos sanguíneos periféricos del organismo. Aumenta la susceptibilidad del buceador a la ED, aunque el alcohol se haya ingerido el día anterior. Por otro lado, la resistencia al frío está alterada por la vasodilatación, ya que los mecanismos termorreguladores no podrán contrarrestar las pérdidas producidas. Además, el alcohol interfiere en la memoria, la percepción del peligro, el juicio, el tiempo de reacción y las capacidades motrices. <sup>(4)</sup>

Fig.2.- Fisiología de la Enfermedad Descompresiva <sup>(4)</sup>



### 2.5.1. Plan de evacuación ante una enfermedad descompresiva

El objetivo del plan de evacuación de la enfermedad descompresiva es trasladar al accidentado lo más rápidamente, evitando retrasos innecesario que puedan empeorar el pronóstico, al centro hospitalario idóneo y en las mejores condiciones posibles.

Se debe evacuar siempre al centro hospitalario más cercano, que disponga de una cámara hiperbárica con presión de 6 ATA y oxigenoterapia hiperbárica, atendida por personal especializado 24 horas al día los 365 días del año.

- *Indicaciones de evacuación*

Se debe evacuar cuando aparecen los primeros síntomas, aunque se debe tener en cuenta que en algunos casos los síntomas no aparecen hasta pasadas varias horas. También cuando el buceador omite una parada de descompresión, aunque no presente ningún síntoma. Es una medida de precaución que recomiendan todos los expertos en medicina hiperbárica y que exige la OM de 14 de octubre de 1997 (artículo 20.2)

- Medios de traslado

Durante el traslado se debe continuar con la administración de oxígeno al 100%. Hay que asegurarse de que el CHH (Centro Hiperbárico Hospitalario) está avisado y se debe evaluar periódicamente la situación del accidentado, anotando los cambios que experimente.

Usar medios propios si la situación del accidentado lo permite y la evacuación por otros medios (ambulancia, helicóptero) va a tardar considerablemente, observando las mismas recomendaciones que en la ambulancia.

El empleo de medios presurizados depende de la gravedad del accidente y de la disponibilidad de medios técnicos y de transporte.

1. Vía terrestre:

- a. Medio presurizado: CH móvil (bi o multiplaza).

Se puede efectuar recompresión y permite el acceso al paciente, RCP, etc.

- b. Medio no presurizado: se debe optar por la ruta más próxima al mar, si es posible evitar el ascenso por puertos de montaña con cotas diferenciales superiores a 150m de altura. Limitar vibraciones o aceleraciones que aumentan la desgasificación del organismo.



## 2. Vía aérea:

Debemos recurrir a este medio de transporte si la distancia/tiempo a la Cámara Hiperbárica es superior a 200km/2h

### a. Medio presurizado: CH móvil (mono/biplaza)

Presión y O<sub>2</sub> al 100%. Excesivo peso/volumen de CH biplaza

### b. Medio no presurizado: Helicóptero.

Se debe asegurar que la cota máxima de altitud de vuelo no rebase los 150m, con el fin de no agravar el disbarismo por la disminución de presión atmosférica y el derivado aumento del diámetro con el consiguiente empeoramiento del estado, pronóstico y evolución del paciente.

### c. Avión: la cabina debe presurizarse a 1 ATA.

### d. Vuelos comerciales: la presurización de cabina es aproximadamente al equivalente a una altitud de 1200-1800m, por lo que no deben usarse para el transporte de pacientes disbáricos.

## 3. Vía marítima: no es una forma específica de evacuación, sino un medio de transporte hasta el puerto o CH más próximos. <sup>(1)</sup>

## 2.6. Cámara hiperbárica (CH)

Medicina hiperbárica:

La oxigenoterapia hiperbárica (OHB) es una modalidad terapéutica que se fundamenta en la obtención de presiones parciales de oxígeno elevadas en sangre, al respirar oxígeno puro, en el interior de una cámara hiperbárica a una presión superior a la atmosférica. Sus acciones incluyen efectos hemodinámicos, acciones sobre la inmunidad y el transporte de O<sub>2</sub>. <sup>(6)</sup>

Al respirar este oxígeno puro a mayor concentración y presión ambiental se eleva enormemente el nivel de oxígeno disuelto en el plasma sanguíneo. La consecuencia es que todos los tejidos del cuerpo humano reciben un aporte extra de oxígeno a través de la sangre. Este aporte extra de oxígeno ayuda a las células a regenerarse en menor tiempo, a tener un óptimo funcionamiento y lograr toda una serie de efectos físicos y fisiológicos beneficiosos para el organismo. <sup>(7)</sup>



Los objetivos específicos del tratamiento hiperbárico son frenar la formación de burbujas embolizantes, disminuir el tamaño o eliminar las ya formadas, disminuir la sobresaturación de gas inerte en los tejidos, contrarrestar los trastornos reológicos y hemodinámicos, mejorar la encefalopatía hipóxico-isquémica y aumentar la perfusión y oxigenación tisulares.

Esta modalidad de tratamiento se fundamenta principalmente en tres leyes de los gases: Ley de Henry, Ley de Dalton y Ley de Boyle- Mariotte

El tratamiento en CH consiste básicamente en recomprimir al accidentado utilizando unas tablas con tres variables: profundidad, tiempo y gases respirables. Como si volviera a sumergirse (lo que está totalmente desaconsejado), pero sin los riesgos de hacerlo bajo los síntomas de la ED.

Las microburbujas que se han formado en todos los tejidos de su organismo, y que han aumentado peligrosamente de tamaño haciendo aparecer síntomas más o menos graves, vuelven a comprimirse, a reducir su tamaño y a permitir la circulación normal de fluidos. En ningún caso la concentración de oxígeno debe superar el 25% de O<sub>2</sub> en el interior de la cámara, por el riesgo de incendio o explosión.

Así se consigue:

1. Eliminar más rápidamente el N<sub>2</sub> al aumentar la presión parcial del O<sub>2</sub> y disminuir la del N<sub>2</sub>.
2. Oxigenar todos los tejidos del paciente
3. Disminuir el tiempo de tratamiento al no volver a saturar el organismo de N<sub>2</sub>, como ocurriría respirando aire comprimido.

Mediante el empleo de la OHB no solo buscamos reducir el diámetro de la burbuja (en la mayoría de los casos debido al retraso del tratamiento en CH no habrá una burbuja de aire sino más bien un trombo ya organizado), sino contrarrestar la isquemia provocada por la ED. Así mismo la OHB tiene una acción reológica mejorando la deformidad eritrocitaria, la cual da lugar a una disminución de los fenómenos de "sludge", el cual consiste en una adhesión plaquetaria a las paredes de los vasos que obstruyen la circulación capilar.

Durante el tratamiento en CH el personal sanitario acompañará en todo momento al paciente y solucionarán todas las complicaciones posibles (intubación, parada cardiorrespiratoria, convulsiones, RCP avanzada, etc.). El paciente no puede abandonar el tratamiento hiperbárico de forma urgente pues se desencadenaría un nuevo accidente de descompresión que agravaría el cuadro clínico inicial.



La eficacia del tratamiento depende de las circunstancias del accidente, la correcta aplicación de los primeros auxilios, la rapidez y la coordinación e el traslado, el tiempo que se tarde en dar comienzo al mismo y las lesiones que haya podido causar la falta de oxigenación de los tejidos afectados. <sup>(8)</sup>

## 2.7. Tratamiento

El objetivo del tratamiento es disminuir la hipoxia celular eliminando de organismo las burbujas emolizantes de N<sub>2</sub>.

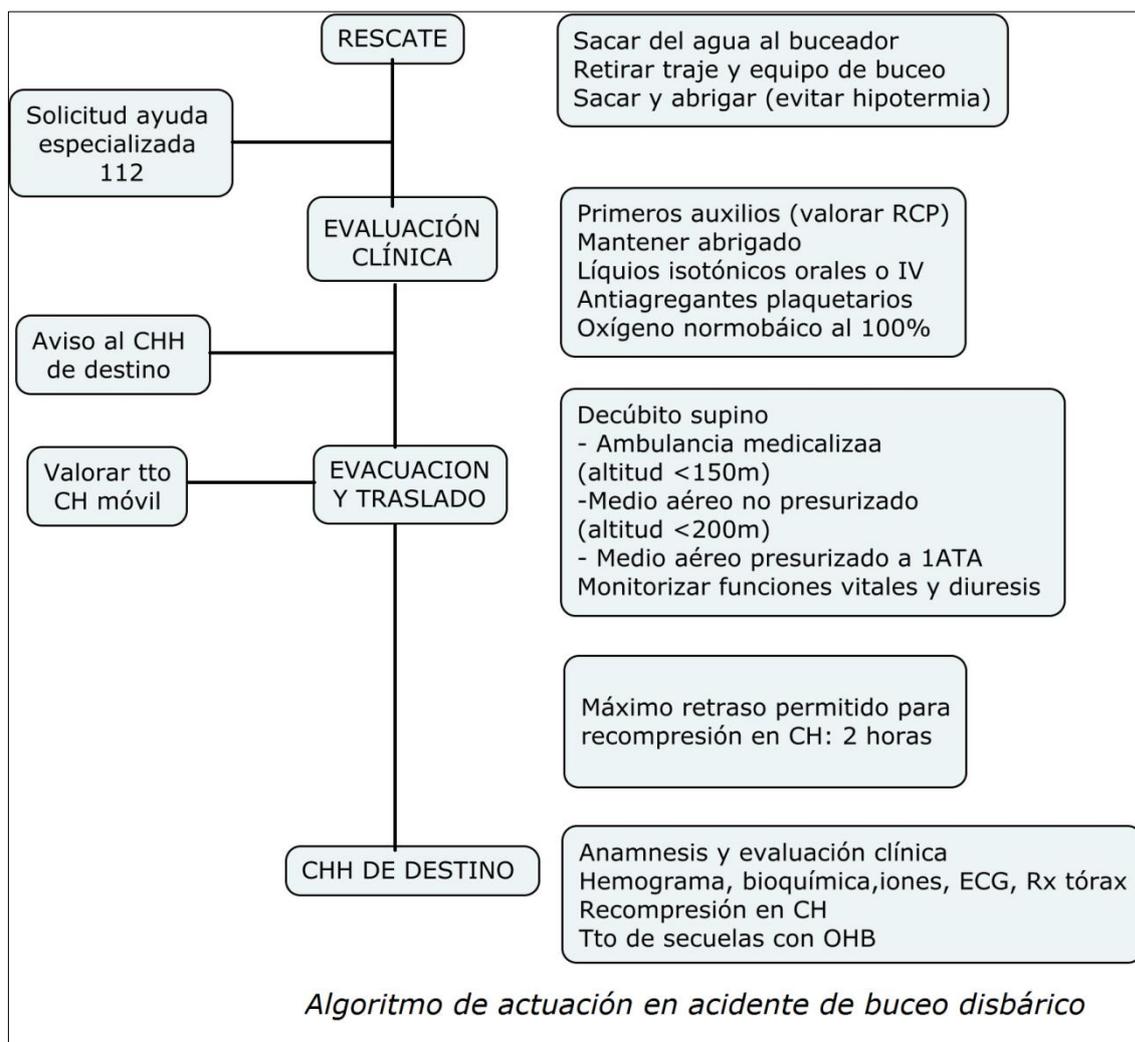
- *Medidas en el lugar de accidente.*

El manejo de la ED exige una actuación rápida y bien dirigida:

1. Retirar el equipo y el traje de buceo. Es la primera medida que deberemos adoptar sobre el accidentado.
2. Maniobras de RCP. Todos los buceadores deben tener una formación en técnicas de RCP.
3. Anotar las circunstancias del accidente: profundidad máxima, tiempo en el fondo, actividad desarrollada, inmersiones sucesivas, factores de riesgo, saturación de nitrógeno de los tejidos del buceador, velocidad de ascenso, paradas de descompresión, etc. Tiempo que ha durado la inmersión y cota de profundidad máxima alcanzada. Asimismo anotar los signos y síntomas que presenta el accidentado, titulación y experiencia del buceador, y testigos del accidente.
4. Pedir ayuda. Avisar a los equipos de evacuación (112)
5. Avisar al CHH. Asegurarse de su disponibilidad y medios materiales y humanos. Facilitar la hora estimada de llegada, estado del paciente, analítica u otros medios asistenciales determinados por la posible patología añadida (traumatismos, fracturas, sangrados, etc.)
6. Fluidoterapia. Las víctimas de ED suelen presentar cierto grado de deshidratación, dependiendo de la ingesta previa, pérdidas urinarias e hipovolemia relativa previa. El grado de deshidratación debe ser evaluado:
  - a. In situ: condiciones de buceo, sed, estado neurológico, hemodinámico, temperatura, sequedad de mucosas, diuresis.
  - b. En el hospital: diuresis, PVC, hematocrito, proteínas plasmáticas y electrolitos.

7. Oxigenoterapia: Administrar O<sub>2</sub> normobárico (ONB) al 100% en circuito cerrado. En caso de distress, shock o trauma el accidentado debe ser intubado y ventilado. Al proporcionar una mezcla respiratoria carente de gas inerte, se aumenta la desnitrógenización y la oxigenación de los tejidos hipóxicos. El ONB al 100% debe ser mantenido durante el traslado hasta la recompresión en CH ya que es decisiva para la recuperación del accidentado
8. Posición de traslado: mantener una posición horizontal, en decúbito supino y bien abrigado, lo que es muy importante. <sup>(1)</sup>

Fig.3.- Accidente de buceo disbárico. Algoritmo de actuación. <sup>(1)</sup>





## 2.8. Botiquín de primeros auxilios.

En todas las salidas de buceo se debe contar con un botiquín de buceo, ya sea el que lleve el buceador, el del club de buceo o el de la embarcación. Siempre se debe revisar como medida de precaución.

El botiquín ha de cumplir una serie de requisitos:

- Caja resistente a los golpes
- Que sea hermético y que flote totalmente lleno
- Orden del equipamiento interior
- Fácilmente lavable exterior e interiormente
- Los elementos deben ir sujetos: se le puede dar la vuelta y no se caiga nada
- Bien identificado
- Debe contar con una copia del plan de emergencia y evacuación de la zona
- Debe contar con una copia de algún manual de primeros auxilios homologado para accidentes de buceo
- Debe contar con una relación fácil de leer con el contenido y las fechas de caducidad de los productos

Relación de equipamiento mínimo:

- Libreta y bolígrafo
- Solución de ácido acético al 5%
- Ablandador cárnico
- Crema antihistamínica
- Antisépticos líquidos
- Antisépticos en polvo
- Jabón antiséptico
- Medicamentos anti mareo
- Medicamento antieméticos
- Analgésicos vía oral sin ácido acetilsalicílico
- Comprimidos no efervescentes de ácido acetilsalicílico
- Antidiarreicos orales
- Spray analgésico tópico
- Anestésicos locales tópicos
- Apósitos autoadhesivos de múltiples tamaños
- Vendas elásticas autoadhesivas



- Vendas de hilo de varios anchos
- Compresas estériles de varios tamaños.
- Suturas adhesivas.
- Pinzas estériles.
- Tijeras grandes.
- Tijeras estériles.
- Agua oxigenada.
- Alcohol desnaturalizado para limpieza de utensilios.
- Apósitos autoadhesivos de plástico transparente.
- Esparadrapo de tela.
- Esparadrapo de varios anchos.
- Bastoncillos de algodón.
- Depresores linguales.
- Botella de agua potable.
- Termómetro.
- Cerillas antihumedad.
- Manta térmica
- Otoscopio
- Fonendoscopio
- Esfingomanómetro
- Guantes de látex
- Mascarilla de bolsillo para respiración artificial
- Kit de acceso venoso periférico
- Sueroterapia: 1 RheoMacrodex 40.000, 1 Ringer-Lactato y 1 Suero Salino
- Limonada alcalina liofilizada
- Spray descongestionante nasal
- Cremas antiinflamatorias
- Gotas antiinflamatorias para el oído
- Algodón estéril
- Collarín
- Glucosmón R-50
- Medicación antivertiginosa
- Jeringas de varios tamaños
- Agujas subcutáneas e intramusculares



- Epinefrina subcutánea
- Comprimidos de diazepam.
- Ansiolíticos orales.
- Antihipertensivos vía oral.
- Ampollas de suero salino estéril para limpieza de heridas.
- Sondas nasogástricas, vesical y rectales.
- Bisturís desechables

De todo el material que se menciona hay algunos artículos que necesitan de formación sanitaria, por lo que no se debe utilizar aquello que vaya más allá del conocimiento que se tiene. <sup>(4)</sup>

## 2.9. Legislación

La legislación vigente encontrada relacionada con el submarinismo es la siguiente:

- Orden de 14 de Octubre de 1997 por la que se aprueban las normas de seguridad para el ejercicio de actividades subacuáticas.

El auge experimentado en España por el ejercicio de las actividades subacuáticas, tanto en su aspecto profesional como en el deportivo, y, además, en un medio naturalmente hostil al hombre, que supone un indudable riesgo para quien lo practica, hace necesario determinar, claramente, las normas de seguridad por las que deben regirse este tipo de actividades.

Esta Orden se establecen, exclusivamente, las normas de seguridad que deben aplicarse para la práctica de las actividades subacuáticas, tanto profesionales como deportivo-recreativas o de cualquier otra índole en un medio hiperbárico, con excepción de las de carácter militar. <sup>(2)</sup>

- Resolución de 20 de enero de 1999, de la Dirección General de la Marina Mercante, por la que se actualizan determinadas tablas de la Orden de 14 de octubre de 1997 por la que se aprueban las normas de seguridad para el ejercicio de actividades subacuáticas



La Orden de 14 de Octubre de 1997 descrita anteriormente, dispone de diversas tablas y cuadros donde se especifican las condiciones de inmersión y descompresión.

La utilización de las tablas continúan vigentes, pero sin embargo, desde la publicación de la citada Orden, existen innovaciones tecnológicas que aconsejan la actualización de ciertos contenidos de las tablas; por ello, y de conformidad con la disposición adicional primera de dicha Orden, que autoriza al Director general de la Marina Mercante para actualizar periódicamente las normas de seguridad, se actualizan las tablas (II a XI) del anexo de la Orden de 14 de octubre de 1997 por las que se aprueban las normas de seguridad para el ejercicio de actividades subacuáticas.<sup>(9)</sup>

- Resolución de 28 de julio de 2015, de la Dirección General de la Marina Mercante, por la que se actualizan las normas de seguridad para la práctica del buceo deportivo-recreativo al suministro de superficie.

El tiempo transcurrido desde la publicación de la Orden de 14 de Octubre de 1997, los avances técnicos experimentados en el sector deportivo-recreativo y la demanda de modernización de la actividad por parte del sector del buceo-turístico, hace necesario actualizar las vigentes normas de seguridad del buceo deportivo-recreativo con suministro de superficie.

Se entiende por deportivo-recreativo con suministro de superficie, a toda aquella incursión en medio hiperbárico, que tiene por finalidad el ejercicio de una actividad lúdica (deportiva/recreativa), donde el aire respirable es enviado al buceador desde la superficie por medio de un sistema principal de suministro a través de un umbilical, contando dicho suministro con un recipiente acumulador de aire, o una botella de aire comprimido, que garantice un flujo continuo a los buceadores que suministra.<sup>(10)</sup>



### 3. ANTECEDENTES

Según L. Sánchez Agudo la hiperpresión ambiental a la que se somete y respira el buceador condiciona una contracción de los espacios aéreos en el descenso y subsiguiente aumento durante el ascenso. Estas variaciones obligan a que ambos trayectos se realicen de forma gradual, dando tiempo al organismo para su adaptación. La inexperiencia, el pánico, la borrachera de nitrógeno o fallos en el equipo, ponen en riesgo de accidente mortal al buceador cuando respira aire u otras mezclas de gases bajo el agua, a tres y cuatro atmósferas de presión. Si el buceo se realiza en apnea, esta clase de accidentes son menos frecuentes y circunscritos a entornos de alta competición. Pero en tal caso, los cambios hemodinámicos asociados a los fenómenos adaptativos en los que el apneísta se entrena para aumentar su permanencia bajo el agua, pueden conducir igualmente a accidentes mortales, haciendo que ambas modalidades deportivas exijan un rigor y preparación física, pero sobre todo mental, para su práctica.<sup>(11)</sup>

Según la Guía de actuación inicial ante accidentes disbáricos de buceo de J. Desola y J. Sala-Sanjaume el individuo que sufre un accidente disbárico, pierde la condición de buceador en cuanto aparece el primer síntoma y se convierte en un enfermo afecto por un trastorno sistémico con embolismo gaseoso multifocal, por lo que debe ser remitido a un centro hospitalario con capacidad para estudiar, diagnosticar y tratar esta enfermedad contando con el material terapéutico necesario, que debe incluir una cámara hiperbárica en cuyo interior el accidentado pueda recibir todos los tratamientos necesarios. En esta guía se aborda las cuatro fases de la asistencia a un accidente disbárico: la inmediata prestada por los compañeros de buceo, la especializada a cargo del personal móvil entrenado en emergencias médicas, los primeros auxilios en un hospital de referencia no familiarizado con la Medicina Subacuática, y el traslado hacia el centro de medicina hiperbárica.<sup>(12)</sup>

Un estudio realizado a población brasileña sobre los riesgos percibidos por el consumidor en la práctica del buceo *scuba* indicó que si bien la actividad se asocia a los momentos de relax, se perciben algunos riesgos. Los individuos declaran mediante entrevistas el miedo que algo pueda perjudicar su integridad física, sea una enfermedad o sólo un rasguño. En este estudio se declara que existe escasez de investigaciones que permitan entender este fenómeno desde la óptica de los participantes y los organizadores del buceo *scuba*. De esta forma, esta investigación contribuye con un avance inicial en el estudio de esta problemática.



Se buscó identificar los riesgos percibidos por los consumidores del turismo de buceo *scuba* teniendo como parámetro las tipologías de riesgo percibido existentes en la literatura: riesgo de desempeño, riesgo financiero, riesgo físico, riesgo social, riesgo psicológico, riesgo de tiempo, riesgo de costo y riesgo de satisfacción. En este sentido, fue posible identificar mediante una investigación que los riesgos mencionados por los entrevistados pueden suceder de forma remota, existiendo muchas veces sólo en el imaginario de quien realiza el buceo. Entre las tipologías de riesgo más evidentes se identificaron los riesgos físicos y de desempeño. Los individuos tienen miedo que algo pueda perjudicar su integridad física, sea una enfermedad descompresiva, un barotrauma o que los equipos no desempeñen la función esperada. En esta investigación se revisó la literatura pero no se identificaron trabajos que tuvieran el interés de abordar los riesgos que la actividad presenta. El estudio evidencia la importancia de comprender la influencia de los riesgos percibidos en el comportamiento del consumidor, pues, a partir de esto, es posible trazar estrategias eficaces de gerenciamiento del riesgo, proporcionando satisfacción a los practicantes del turismo de aventura. <sup>(13)</sup>



## 4. PROBLEMA

¿Tiene el personal sanitario de urgencias los conocimientos suficientes para identificar y dar los cuidados necesarios ante un accidente relacionado con el buceo?

## 5. OBJETIVOS

*Objetivo general:*

- Evaluar el conocimiento que tiene el personal sanitario de los servicios de urgencias de la gerencia de La Palma sobre los accidentes relacionados con la práctica de buceo.

*Objetivos específicos*

- Determinar el conocimiento sobre los tipos de tratamiento que existen
- Contabilizar el número de profesionales que identifican correctamente los síntomas relacionados con una enfermedad descompresiva



## 6. METODOLOGÍA

Para la búsqueda bibliográfica se consultó en Pubmed y en el buscador de recursos de la Biblioteca de la ULL, el Punto Q.

La búsqueda se realizó en español y en inglés excluyendo los artículos en otros idiomas. Además se descartaron los documentos anteriores a 2015 y los que no tenían relación con la especie humana.

Como descriptores en español (Decs) se utilizaron: Buceo, Enfermedad Descompresiva, Accidentes de buceo, submarinismo, barotrauma y oxigenación hiperbárica; con los correspondientes en inglés (Mesh): diving, decompression sickness, diving accidents, scuba diving, barotrauma y hyperbaric oxygenation.

### 6.1. Tipo de estudio

Se ha realizado un estudio descriptivo transversal.

### 6.2. Población y muestra

La **población** a la que va dirigida esta intervención es el personal sanitario perteneciente a la gerencia de servicios sanitarios de La Palma. Se escogerá a los enfermeros y médicos que trabajen en los Servicios de Urgencias intra y extrahospitalarios.

Población diana:

- Enfermeros y médicos de los Servicios Normal de Urgencias (SNU) de S/C de la Palma y Los Llanos de Aridane
- Enfermeros y médicos del Servicios de Urgencias del Hospital General de La Palma (HGLP)

El SNU de S/C de La Palma cuenta con 4 equipos, cada uno formado por un enfermero y un médico en turno de guardia (de 17:00- 09:00) además de otro equipo formado por un médico y un enfermero de turno de mañana (08:00-15:00), de los cuales todos los sanitarios realizaron la encuesta.

El SNU de Los Llanos de Aridane cuenta con 8 médicos en turno de guardia además de uno en turno de mañana y 8 enfermeros de turno de guardia además del enfermero fijo de mañana, de los cuales todos realizaron la encuesta.

El servicio de urgencias del HGLP cuenta con 10 médicos, los cuales realizaron todos la encuesta. El servicio cuenta con 20 enfermeros, de los cuales 19 realizaron la encuesta.



### *Criterios de exclusión:*

No se aplican

### **Muestra**

En nuestro caso, la muestra se extiende a toda la población, al ser un número de profesionales accesible. De esta forma tendremos una visión más concisa del personal que atiende las urgencias.

Tras la recogida de datos podemos definir nuestra población de la siguiente forma:

- El 78,94% de los sanitarios encuestados superan los 10 años de experiencia profesional.
- Del total de los profesionales:
  - 57,89% son enfermeros
  - 42,11 son médicos
- En cuanto al sexo de los encuestados:
  - Mujeres: 56,14%
  - Hombres: 43,86
- Del total de las encuestas recogidas:
  - Un 50,88% pertenecen al Servicio de Urgencias del HGLP
  - Un 49,12% pertenecen a los SNU Extrahospitalarios
- Del total de encuestados un 78,95% afirman realizar triaje a los pacientes que acuden al servicio, frente a un 19,30% que no lo realizan.

### **6.3. Instrumentos de medida**

#### *Encuesta*

En este trabajo se utilizó un instrumento tipo encuesta de elaboración propia (ANEXO 2) donde se recogen los conocimientos de los profesionales acerca de los accidentes del buceo.

La elaboración de esta encuesta se realizó con preguntas cerradas, dirigidas a evaluar los conocimientos sobre puntos críticos en la actuación con pacientes que pudieran padecer la enfermedad descompresiva.

Se añadieron las variables que más interesaba conocer con respecto a la enfermedad descompresiva. Así se incluyeron signos y síntomas para reconocer el problema.



Cuidados a aplicar, tratamiento y conceptos básicos. Además se añadieron ítems demográficos para poder definir la muestra.

Primeramente se distribuyó la encuesta por los centros referenciados para su cumplimentación. En segundo lugar se pasó por los centros en los que se dejaron las encuestas para su recogida. Seguidamente, y con todos los cuestionarios recopilados, se pasó a cumplimentar un documento Exel con todos los datos a tener en cuenta para su posterior análisis.

#### **6.4. Limitaciones**

No se les pudo pasar a los profesionales de los puntos de atención continuada de Punta Gorda, Tijarafe, Los Sauces y Mazo; ni a los de centro de salud que no contaran con SNU. Nos hemos centrado en los servicios de urgencias porque se considera que este tipo de pacientes van a llegar a estos.

Además hemos dejado fuera de la población encuestada a los sanitarios de centros que pertenecen a municipios costeros, los cuales tienen playa, como son Breña Baja y Tazacorte, debido a su horario limitado, de 08:00 a 15:00, de lunes a viernes.

#### **6.5. Variables**

- Cuantitativas:
  - Años de experiencia profesional
- Cualitativo:
  - Sexo
  - Conocimiento sobre la sintomatología de la enfermedad descompresiva (pregunta 2 del cuestionario)
  - Conocimiento sobre los tipos de accidentes de buceo (pregunta 3 del cuestionario)
  - Conocimiento sobre el tratamiento para las enfermedades descompresivas (Pregunta 4 del cuestionario)



## 6.6. Resultados

Se distribuyeron 58 encuestas, de las cuales fueron recogidas 57 equivalente a un 98,27% de respuesta por parte del personal sanitario de los centros.

Los resultados obtenidos por medio de las preguntas del cuestionario fueron los siguientes:

De los 57 encuestados 27 no han realizado ninguna actividad relacionada con el submarinismo, lo cual equivale a un 47,37% del total de los sanitarios que han participado en la encuesta. Por otro lado un 24,57% admite practicar submarinismo o haber participado como sanitario en alguna prueba deportiva relacionada con el submarinismo. Además un 24,56% refiere haber asistido a cursos de formación relacionado con el tema.

En cuanto a la pregunta número dos de la encuesta, que hace referencia a la sintomatología de una enfermedad compresiva:

Un 15,79 % de los encuestados relacionan la hipertensión arterial como síntoma de le enfermedad descompresiva, siendo esta la respuesta incorrecta dentro de las opciones de la pregunta.

En cuanto a la pregunta número tres de la encuesta que interroga sobre los accidentes que se derivan del buceo:

De los encuestados un 7,02% relaciona la descompresión articular como un accidente propio del buceo, siendo esta la respuesta incorrecta dentro de las opciones.

En cuanto a la pregunta 4 de la encuesta, que hace referencia al tratamiento estándar para una enfermedad descompresiva:

El 100% de los encuestados afirma que el tratamiento quirúrgico no es el estándar para una enfermedad descompresiva, considerándose correctas las otras tres opciones ya que tanto el oxígeno al 100% de concentración y productos farmacológicos se pueden administrar para paliar la sintomatología de una enfermedad descompresiva a la espera de llegar a la cámara hiperbárica que es el tratamiento definitivo.

Con respecto al cuadro con respuestas de verdadero y falso:

- Un 94,74% de los encuestados identifica el componente psicológico como un factor a tener en cuenta en la práctica del submarinismo.



- Un 92,98% de los encuestados señala que los accidentes de apnea y de botella son diferentes.
- Un 94,74% de los encuestados están de acuerdo en que la profundidad es un factor importante en el grado de riesgo de las enfermedades a desarrollar durante el buceo.
- Un 100% de los encuestados identifica que pueden haber contraindicaciones que influyen en la práctica de buceo.
- Un 8,77% manifiestan que en la isla se puede tratar la enfermedad descompresiva.



## 7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los sanitarios a los que se les ha pasado la encuesta han mostrado un alto grado de interés con respecto al tema planteado.

Después de haber analizado los resultados se puede decir que aunque casi la mitad de los encuestados no ha realizado ninguna actividad relacionada con el submarinismo los porcentajes de acierto son bastante elevados, teniendo en cuenta el desconocimiento que estos sanitarios declaraban antes de realizar la encuesta.

Casi el 85% de los encuestados sabe identificar los síntomas propios de una enfermedad descompresiva.

Podemos ver que menos de un 10% de los sanitarios encuestados relaciona la descompresión articular como un accidente propio del buceo, cosa que no es cierta, pues este tipo de accidente no se ha descrito, lo cual nos indica que la mayoría de la población encuestada lo reconoce como falso.

Otro dato a favor del conocimiento de la población encuestada es que el 100% descarta el tratamiento quirúrgico para los accidentes de tipo disbárico, siendo las otras opciones (O<sub>2</sub> al 100% de concentración, productos farmacológicos y recompresión en cámara hiperbárica) correctas.

Por otro lado el 100% de los sanitarios reconocen que existen contraindicaciones que influyen en la práctica de buceo.

Casi un 10% de los encuestados manifiestan que en la isla de La Palma se puede tratar la enfermedad descompresiva, lo cual no es cierto ya que el HGLP carece de una cámara hiperbárica, estando la más cercana a casi 150km de distancia.

Los resultados obtenidos en este trabajo no pueden ser comparados con otro, debido a la escasez de temas de investigación encontrados sobre el tema

Después de haber realizado la encuesta, los resultados no han sido los que se pensaban en un primer momento por lo que transmitía el personal al que iba dirigido el cuestionario. Al acudir a los centros para realizar las encuestas los sanitarios manifestaban su desconocimiento sobre el tema, lo cual en los resultados no se ha visto reflejado, poniendo a su favor que la gran mayoría tiene conocimientos sobre el tema a estudio.

Debido al escaso tiempo que se tenía para realizar la encuesta, hemos dejado a personal fuera de la población a estudio (cómo fue descrito anteriormente). Para futuras investigación sería interesante que se incluyera a esta población para así tener



unos resultados que nos permitieran definir el conocimiento de todos los sanitarios del Área de Salud de La Palma.

Además, otra línea de investigación que se puede proponer sería realizar una encuesta al personal que desarrolla su labor en ambulancias de urgencias, tanto a técnicos, enfermeros y médicos, debido a que si acuden a la escena del accidente son los primeros en tratar al tipo de paciente del que hemos estado hablando.

Se podría llevar a cabo una investigación sobre las cámaras hiperbáricas y todas las variantes de tratamiento que se pueden realizar dentro de ellas, ya que no solo se utilizan para accidentes descompresivos, y así poder valorar la instauración de una de estas cámaras en la isla, con el objetivo no sólo de tratar accidentes disbáricos, sino de intentar aprovechar todas las prestaciones que este tipo de máquinas ofrece.

Para poder fomentar el turismo relacionado con el buceo se debe tener las correctas condiciones de seguridad, por lo que se propone la realización de cursos de formación continuada dirigidos a los sanitarios, sobre todo a los de los servicios de urgencias.



## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Salas Pardo E, García-Cubillana de la Cruz J.M, Samalea Pérez F .Manual de medicina subacuática e hiperbárica
2. Orden de 14 de octubre de 1997 por la que se aprueban las normas de seguridad para el ejercicio de actividades subacuáticas. BOE núm. 280, de 22 de noviembre de 1997, páginas 34419 a 34456 (38 págs.) Referencia: BOE-A-1997-24978
3. Santacruzdelapalma.es. El Parque Temático Submarino de Santa Cruz de La Palma comienza a ser realidad con el hundimiento de las primeras figuras de Enanos. La Palma: Excmo. Ayuntamiento de Santa Cruz de La Palma. 24 de junio de 2014. Disponible en: <http://www.santacruzdelapalma.es/sclapalma/node/1180>
4. Rodríguez García A. Accidentes de Buceo: Intervención inicial. 2ª ed. 2011
5. Desola J. Barotraumatismo pulmonar: Síndrome de hiperpresión intratorácica. JANO. 2008; N° 1706.
6. Torres León JM., Domínguez Alegría AR., Navarro Téllez M., Brinquis Crespo MA., Espigares Correa A., Pérez Mochales JF. Patologías tratadas con oxigenoterapia hiperbárica en el Hospital Central de la Defensa. Sanid. Mil. 2015; 71 (2): 77-83; ISSN: 1887-8571
7. Hiperbaricadecanarias.com, Medicina Hiperbárica de Canarias [sede Web]. Santa Cruz de Tenerife. 2015. [Acceso 9 de marzo de 2016]. Disponible en: <http://hiperbaricadecanarias.com/>
8. Salas Pardo E. Capítulo 9.7. El empleo del oxígeno hiperbárico en Medicina Intensiva y Urgencias. Principios de Urgencias, Emergencias y Cuidados Críticos. Edición electrónica. Disponible en: <http://tratado.uninet.edu/c090702.html>
9. Resolución de 20 de Enero de 1999 de la Dirección General de la Marina Mercante, por la que se actualizan determinadas tablas de la Orden de 14 de octubre de 1997 por la que se aprueban las normas de seguridad para el ejercicio de actividades subacuáticas. BOE núm.42, de 18 de febrero de 1999, páginas 7072 a 7083 (12 páginas). Referencia: BOE-A-1999-4137.
10. Resolución de 28 de julio de 2015 de la Dirección General de la Marina Mercante, por la que se actualizan las normas de seguridad para la práctica del buceo deportivo-recreativo al suministro de superficie. BOE núm. 193, de 13 de agosto de 2015, páginas 73812 a 73813 (2 págs.) BOE-A-2015-9123.



11. Sánchez Agudo L. Descender por el Gran Azul. Fisiopatología y accidentes en el buceo. Medicina respiratoria 2008, (1) 3: 19-26
12. Desola. J, Sala-Sanjaume. J. Accidentes disbáricos de buceo. Guía de actuación inicial (Protocolo). Revista virtual de Medicina Hiperbárica. Publicado en Apunts de Medicina de L'Esport, 2001; 135:5-19
13. Marques.R, Kovacs.M, Azevedo Barbosa.ML, Sigueira.G Aguiar.E. Riesgos percibidos en la práctica del buceo Scuba. La perspectiva del consumidor. Estudios y perspectivas en Turismo. Volumen 21 (2012) pág. 402-416



## 9. ANEXOS

### **ANEXO 1: Permiso a la gerencia para la realización de la encuesta a los sanitarios.**

A/A Sra. Gerente de Servicios Sanitarios de La Palma

Estimada señora,

Mi nombre es Paola Cabrera González, alumna de 4º de Enfermería de La Palma y estoy realizando mi Trabajo Fin de Grado. El tema de este trabajo tiene por objetivo determinar los conocimientos sobre accidentes de submarinismo, del personal sanitario (enfermeros y médicos) que desempeñan sus funciones en los servicios normales de urgencias y en el servicio de urgencias hospitalario de La Palma.

Con este fin se ha elaborado una encuesta de conocimientos que pretendemos administrar al personal que voluntariamente quiera colaborar, de forma anónima.

Por lo expuesto anteriormente, solicitamos su autorización para realizar una encuesta a los profesionales de los servicios de urgencias que pertenecen a esta gerencia:

- Servicio Normal de Urgencias de Santa Cruz de La Palma
- Servicio Normal de Urgencias de Los Llanos de Aridane
- Servicio de Urgencias del Hospital General de La Palma

Atentamente,

Paola Cabrera González

Correo electrónico de contacto: [paola19nov1994@gmail.com](mailto:paola19nov1994@gmail.com)



## ANEXO 2.- Encuesta

Estimad@s Profesionales:

Soy alumna de 4º de Enfermería de La Palma y esta encuesta está incorporada en mi Trabajo de Fin de Grado.

El buceo es un tema que en la actualidad está en auge. El turismo en este sector cada vez va en aumento por lo que los profesionales sanitarios deben estar preparados para afrontar los posibles accidentes que surjan.

El cuestionario es totalmente ANÓNIMO y no te llevará más de 5 minutos.

Si necesitas alguna aclaración rogamos te pongas en contacto a través del siguiente correo electrónico: paola19nov1994@gmail.com

NOTA: Esta encuesta pretende determinar el conocimiento de los médicos y enfermeros sobre los accidentes propios del buceo

### DATOS DEL ENCUESTADO:

- |   |   |
|---|---|
| <p>➤ Años de experiencia profesional:</p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Menos de 5 años</li><li><input type="checkbox"/> Entre 5 y 10</li><li><input type="checkbox"/> Entre 10 y 20</li><li><input type="checkbox"/> + de 20</li></ul> <p>➤ Sexo</p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Hombre</li><li><input type="checkbox"/> Mujer</li></ul> | <p>➤ Profesión:</p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Médico</li><li><input type="checkbox"/> Enfermero</li></ul> <p>➤ Centro de trabajo:</p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Servicio de Urgencias HGLP</li><li><input type="checkbox"/> SNU Los Llanos</li><li><input type="checkbox"/> SNU S/C de La Palma</li></ul> |
|---|---|
- ¿Dentro de tu actividad asistencial realizas Triage a los pacientes que acuden a tu servicio?
- Si
  - No

### A. CONTESTA LAS SIGUIENTES PREGUNTAS

1. De las siguientes actividades, señala aquellas en las cuales has estado implicado. (Puedes marcar las que consideres)
  - a. Buceo con botella.
  - b. Practico submarinismo de forma federada.
  - c. He hecho submarinismo con botella de forma esporádica ("Bautizo").
  - d. He participado como sanitario en alguna prueba deportiva de submarinismo.
  - e. He asistido a cursos de formación relacionado con el tema.
  - f. Buceo en apnea o Pesca submarina.
  - g. Snorkel.
  - h. No he hecho nada de lo anterior.



2. ¿Cuáles de los siguientes síntomas relacionarías con una enfermedad descompresiva? (Elige los que consideres)
  - a. Manchas rojas en la piel
  - b. Hipertensión arterial
  - c. Enfisema subcutáneo
  - d. Dolor dorso-lumbar
  
3. ¿Cuál o cuáles crees que son accidentes propios del buceo? (Elige los que consideres)
  - a. Barotrauma
  - b. La descompresión articular.
  - c. Sobreexpansión pulmonar
  - d. Enfermedad descompresiva
  
4. ¿Cuál de los siguientes es el tratamiento estándar para las enfermedades descompresivas? (Elige las que consideres)
  - a. O<sub>2</sub> a 100% de concentración
  - b. Recompresión en cámara hiperbárica
  - c. Productos farmacológicos
  - d. Tratamiento quirúrgico

**B. MARCA CON UNA “X” DONDE CONSIDERES**

	VERDADERO	FALSO
1. El componente psicológico del individuo que bucea no interviene de ninguna forma en la práctica de dicha actividad.		
2. Los accidentes que se sufren durante la realización de buceo en apnea son los mismos que con el buceo con botella.		
3. La profundidad es un factor importante en el grado de riesgo de las enfermedades a desarrollar durante el buceo.		
4. No existe ninguna contraindicación que influya en la práctica del buceo.		
5. En la Isla de La Palma se pueden tratar la Enfermedad Descompresiva		