



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE ENFERMERÍA  
“CASA DE SALUD VALDECILLA”**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Trabajo Fin de Grado

**INTERVENCIÓN DE LA ENFERMERÍA EN LA CÁMARA  
HIPERBÁRICA  
(NURSING INTERVENTION IN THE HYPERBARIC  
CHAMBER)**

Para acceder al título de:  
**GRADUADO EN ENFERMERÍA**

Autora: Cecilia Palacio Herrero  
Directora: Inmaculada de la Horra Gutiérrez  
Octubre de 2015

## ÍNDICE

	Página
Glosario de abreviaturas .....	2
Resumen.....	3
Introducción .....	4
Objetivos .....	4
Metodología .....	4
Descripción de los capítulos .....	5
Justificación .....	6
CAPÍTULO 1: Historia de la cámara hiperbárica .....	6
CAPÍTULO 2: La cámara hiperbárica .....	7
CAPÍTULO 3: Efectos de la oxigenoterapia hiperbárica .....	12
CAPÍTULO 4: Indicações y Contraindicaciones de la OTH .....	15
CAPÍTULO 5: Intervención enfermera en la cámara hiperbárica.....	18
CAPÍTULO 6: Hospital Universitario Marqués de Valdecilla (HUMV): centro de medicina hiperbárica .....	22
Conclusiones.....	25
Bibliografía .....	26

## GLOSARIO DE ABREVIATURAS

- ATA: Atmósfera absoluta.
- Atm: Atmósfera.
- C: Concentración del gas (solubilidad).
- CCCMH: Comité Coordinador de Centros de Medicina Hiperbárica.
- CO<sub>2</sub>: Dióxido de carbono.
- DeCS: Descriptores en Ciencias de la Salud.
- EUBS: European Underwater and Baromedical Society.
- FEDAS: Federación Española de Actividades Subacuáticas.
- HUMV: Hospital Universitario Marqués de Valdecilla.
- IBES: Índice Bibliográfico Español de Ciencias de la Salud.
- ICO: Intoxicación por monóxido de carbono.
- K<sub>H</sub>: Constante de Henry.
- MeSH: Medical Subject Headings.
- mmHg: Milímetros de mercurio.
- p: Presión parcial de un gas.
- P: Presión.
- P<sub>1</sub>: Presión inicial de un gas.
- P<sub>2</sub>: Presión final de un gas.
- RCP: Reanimación cardiopulmonar.
- OTH: Oxigenoterapia hiperbárica.
- O<sub>2</sub>: Oxígeno.
- UC: Universidad de Cantabria.
- UHMS: Undersea and Hyperbaric Medical Society.
- URSS: Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas.
- V<sub>1</sub>: Volumen inicial del gas.
- V<sub>2</sub>: Volumen final del gas.

## **RESUMEN**

La evolución y desarrollo de la cámara hiperbárica y la oxigenoterapia hiperbárica se ha producido mayoritariamente durante el siglo pasado. En la actualidad, la OTH es empleada como tratamiento preferente en patologías como la intoxicación por monóxido de carbono, la gangrena gaseosa, la embolia gaseosa y los disbarismos. No obstante, los diversos efectos terapéuticos han ampliado la utilización de la OTH como terapia complementaria en numerosas y variadas enfermedades. A pesar de lo anterior, el ámbito relacionado con la cámara hiperbárica continúa rodeado de escepticismo, además de estar poco difundido.

La intervención y los cuidados de la enfermería en la cámara hiperbárica y en la administración de la oxigenoterapia hiperbárica es de vital importancia, tanto para alcanzar con éxito resultados beneficiosos, como para prevenir complicaciones.

Los objetivos planteados han sido:

- Identificar la intervención de la enfermería en la cámara hiperbárica.
- Describir la cámara hiperbárica y para qué se utiliza.
- Analizar información sobre las aplicaciones y los efectos de la oxigenoterapia hiperbárica.

Para dar respuesta a los objetivos anteriores, se ha realizado una búsqueda bibliográfica y una entrevista personal a un enfermero asistencial en la Unidad de OTH del HUMV.

*Palabras clave:* enfermería, oxigenoterapia hiperbárica, atención de enfermería.

## **ABSTRACT**

The evolution and development of the hyperbaric chamber and hyperbaric oxygen therapy has happened mainly for the past century. Currently, OTH is used as preferential treatment in disease such as carbon monoxide poisoning, gas gangrene, air embolism and dysbarism. Nevertheless, therapeutic effects have increased the use of OTH as supplemental therapy in many varied disease. Despite this, scope related to the hyperbaric chamber remains surrounded by scepticism, besides being little known.

The intervention and nursing care in the hyperbaric chamber and the administration of hyperbaric oxygen therapy is of vital importance, both to successfully achieve beneficial results, as to prevent complications.

The objectives were:

- Identify the intervention of nursing in the hyperbaric chamber;
- Describe the hyperbaric chamber and what it is used;
- Analyse information on applications and the effects of hyperbaric oxygen therapy.

To respond the objectives previous has made a bibliographic search and a personal interview with a nurse in unit of OTH of Hospital Universitario Marqués to Valdecilla.

*Key words:* nursing, hyperbaric oxygenation therapy, nursing care.

## **INTRODUCCIÓN**

Las primeras alusiones a la cámara hiperbárica se remontan hasta mediados del siglo XVII con Henshaw. Dicho filósofo, médico y clérigo inglés, intuía a cerca de las posibles ventajas del uso aire comprimido. De hecho, se le atribuye la construcción de la primera cámara hiperbárica de la historia.<sup>1</sup>

Con el paso de los años, continuó la investigación acerca del beneficio de la utilización de aire comprimido en el tratamiento de diversas patologías (enfermedades cardíacas, alteraciones circulatorias y renales). Por otro lado, Paul Bert y John Scott Haldane hallaron la utilización exitosa de la cámara hiperbárica para el tratamiento de la enfermedad por descompresión, característica de los buceadores.<sup>1</sup>

En la actualidad, la oxigenoterapia hiperbárica se ha extendido y desarrollado por todo el mundo, especialmente en Estados Unidos y en Rusia.

A nivel internacional existen organismos reguladores, que desarrollan normas y procedimientos basados en la investigación y en la evidencia. Algunos ejemplos son la *Undersea and Hyperbaric Medical Society (UHMS)*, con sede en Estados Unidos, o la *European Underwater and Baromedical Society (EUBS)*, con sede en Reino Unido.

En España, según datos el *Comité Coordinador de Centros de Medicina Hiperbárica*, hay disponibles alrededor de una veintena de cámaras hiperbáricas, distribuidas por toda la geografía peninsular, las islas Baleares y las islas Canarias.

La modalidad terapéutica que constituye la oxigenoterapia hiperbárica, se basa en la obtención en el organismo de presiones parciales de oxígeno plasmático elevadas. Dichas presiones, se consiguen mediante la respiración efectiva de oxígeno puro (concentrado al 100%), en unas condiciones de presión superiores a la presión atmosférica ambiental, las cuales son alcanzadas en el interior de una cámara hiperbárica. Los efectos que produce la OTH son de especial utilidad para tratar zonas corporales en las que haya hipoxia tisular.

A pesar de los resultados óptimos y beneficiosos de la oxigenoterapia hiperbárica, se ha mantenido cierto escepticismo en relación al uso de esta modalidad terapéutica, a la que aún puede considerarse como ***la gran desconocida***.

## **Objetivos**

Para la realización de este trabajo, se ha planteado como objetivo principal el siguiente:

- Identificar la intervención de la enfermería en la cámara hiperbárica.

No obstante, para facilitar la comprensión de la información resultante, es preciso plantear otros dos objetivos fundamentales. Consisten en:

- Describir la cámara hiperbárica y para qué se utiliza.
- Analizar información sobre los efectos y las aplicaciones de la oxigenoterapia hiperbárica.

## **Metodología**

La metodología usada para la realización de esta monografía, se basa en la búsqueda bibliográfica en diversas bases de datos digitales (PubMed, Cuiden, IBECs) y buscadores electrónicos (Metabuscador de la UC, Google Académico). Las palabras clave que se han empleado, están establecidas en los DeCS y MeSH y son las siguientes: enfermería, oxigenoterapia hiperbárica, atención de enfermería, nursing, hyperbaric oxygenation therapy y

nursing care. Estos términos se han combinado en un orden lógico, mediante los operadores booleanos AND y OR.

El período de búsqueda se ha establecido entre 2000 a 2015.

Los artículos sobre la aplicación de la OTH a una enfermedad específica se han descartado, puesto que se pretende enfocar una visión global de la oxigenoterapia hiperbárica. Se han tenido en cuenta estudios y artículos sobre la oxigenoterapia hiperbárica, la cámara hiperbárica y la intervención y cuidados de enfermería. Los artículos en idioma diferentes a español e inglés han sido excluidos, además de aquellos cuyos resultados no fueran significativos.

Además de lo anterior, se han visitado diferentes páginas web basadas en el tratamiento de oxigenoterapia hiperbárica. Entre ellas destaca la web Oxigenarte Salud (<http://www.oxigenarte.es>), perteneciente a una clínica especializada en tratamientos con cámara hiperbárica, localizada en Madrid, España.

Para concluir, se ha visitado la Unidad de Oxigenoterapia Hiperbárica del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, donde Carlos Herrero (enfermero asistencial de dicha unidad) ha concedido una visita guiada exponiendo de forma detallada las instalaciones y el funcionamiento de la cámara hiperbárica. También, ha descrito y explicado los efectos, indicaciones, contraindicaciones de la OTH, así como el papel enfermero en la unidad de OTH.

Además, se ha realizado un trabajo de campo reuniendo información y datos estadísticos sobre la actividad asistencial de la Unidad de OTH del HUMV. Debido a la ausencia de secretaría en esta unidad, la información más reciente obtenida pertenece a los años 2010 a 2012, ambos incluidos. Con los datos obtenidos, se ha creado una base de datos mediante la cual se han elaborado unos gráficos descriptivos de la actividad asistencial de la unidad de OTH del HUMV.

### **Descripción de los capítulos**

Para dar respuesta a los objetivos planteados, se han diseñado y desarrollado los siguientes capítulos:

- Capítulo 1: Historia de la cámara hiperbárica; refleja de forma general los antecedentes de la cámara hiperbárica hasta como la conocemos en la actualidad y los principales personajes que han marcado su evolución.
- Capítulo 2: La cámara hiperbárica; pretende detallar las características físicas de la cámara hiperbárica y describir el equipo de salud necesario para su correcto funcionamiento.
- Capítulo 3: Efectos de la oxigenoterapia hiperbárica; explica el funcionamiento básico de esta modalidad terapéutica y los efectos producidos, tanto beneficiosos como no deseados.
- Capítulo 4: Indicaciones y contraindicaciones de la OTH; analiza las indicaciones y contraindicaciones de la oxigenoterapia hiperbárica.
- Capítulo 5: Intervención enfermera en la cámara hiperbárica; describe y explica la intervención enfermera en la cámara hiperbárica: antes, durante y después de una sesión de tratamiento con oxigenación hiperbárica.
- Capítulo 6: relata el funcionamiento y la actividad asistencial de la Unidad de OTH del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla.

## **Justificación**

El funcionamiento de la cámara hiperbárica y las aplicaciones terapéuticas de la oxigenación hiperbárica en múltiples enfermedades, se encuentra escasamente difundido entre los profesionales sanitarios y la población, en general. Sin embargo, no por ello es menos relevante ni beneficiosa su aplicación. Además, es un tema interesante y novedoso. Por todo lo anterior, se decidió por consenso con la tutora realizar como trabajo fin de grado una monografía sobre la intervención de la enfermería en la cámara hiperbárica.

## **CAPÍTULO 1: HISTORIA DE LA CÁMARA HIPERBÁRICA**

La historia de la cámara hiperbárica se remonta hasta mediados del siglo XVII. Henshaw (filósofo, médico y clérigo inglés) vislumbraba posibles resultados beneficiosos en la utilización de aire comprimido y construyó la primera cámara hiperbárica.<sup>1,2</sup>

Los estudios en torno a la utilización de aire comprimido y de la cámara hiperbárica continuaron con el transcurso del tiempo. Se aplicaba como tratamiento de alteraciones circulatorias, patologías cardíacas y renales. No obstante, las investigaciones no eran significativas.

Desde 1834, los conocidos como “baños de aire comprimido” se realizaban en distintas ciudades europeas. Los pacientes se sometían a presiones de entre 2 a 4 A.T.A, para el tratamiento de diversas patologías, entre las que destacan la tuberculosis, la tos ferina, la sordera o la conjuntivitis. Sin embargo, no fue hasta mediados del siglo XIX cuando en las principales ciudades europeas se abrieron los conocidos como “Centros Neumáticos”, en los cuales se realizaban terapias hiperbáricas a personas con patologías pulmonares.<sup>1</sup>

Sin embargo, fueron Paul Bert y John Scott Haldane, en el siglo XIX, quienes hallaron la utilización exitosa de la cámara hiperbárica para el tratamiento de la enfermedad por descompresión, característica de los buceadores. Consecuentemente, son dichos hallazgos los que se consideran como el inicio de la evolución de la medicina hiperbárica.<sup>1</sup>

El fisiólogo francés Paul Bert (1833-1886) publicó en 1878 su libro “*La Pression barométrique: recherches de physiologie expérimentale*” (entendido al castellano como “*La presión barométrica: investigación de fisiología experimental*”), en el cual relata los efectos y resultados obtenidos tras someter al organismo a cambios en la presión atmosférica y en la presión de oxígeno. Además de lo anterior, describió que la respiración de presiones parciales elevadas de oxígeno puede ocasionar convulsiones, es decir, toxicidad a nivel del Sistema Nervioso Central, denominada *intoxicación por oxígeno* o “*efecto Paul Bert*”.

Por otro lado, John Scott Haldane, biólogo y filósofo escocés (1860-1936), fue el primero en predecir (aplicando la ciencia) los efectos de la descompresión, por lo que se le considera padre o fundador de la *Teoría de Descompresión*. Publicó las primeras tablas de descompresión, que fueron utilizadas por la Armada de Estados Unidos, desde 1912 a 1956, para las operaciones de su equipo de buzos.<sup>1</sup>

En 1885, C. Theodore Williams publicó en The British Medical Journal el artículo “*The compressed air bath and its uses in the treatment of disease*” (traducido al español como: “El baño de aire comprimido y su utilización en el tratamiento de la enfermedad”). Un comentario del ya mencionado artículo puede aplicarse en la actualidad; expone lo siguiente: “*El uso de aire atmosférico en diferentes grados de presión atmosférica, en el tratamiento de la enfermedad, es uno de los avances más importantes en la medicina moderna y si tenemos en cuenta la sencillez del agente, los métodos exactos por los que se puede aplicar y la precisión*”.

*con la que se puede regular a las necesidades de cada individuo, sorprende que en Inglaterra este método de tratamiento se haya utilizado muy poco".* <sup>1,3.</sup>

En España, el inicio de la aplicación clínica de la cámara hiperbárica data de 1926, cuando la Armada española adquirió una cámara hiperbárica para tratar la enfermedad por descompresión, padecida por buzos y submarinistas. No fue hasta el año 1960, cuando se logró tratar con éxito por primera vez a un paciente con gangrena gaseosa. <sup>2</sup>

En 1974, en la antigua Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), fue construido el Centro de medicina hiperbárica de mayores dimensiones a nivel mundial, también conocido como *Barocentro*. En el Barocentro se realizaban principalmente cirugías vasculares y cardíacas, así como tratamientos de oxigenoterapia hiperbárica. <sup>2,4.</sup>

En la actualidad, la oxigenoterapia a través de cámaras hiperbáricas se ha extendido y desarrollado por todo el mundo, especialmente en Estados Unidos y en Rusia. Las normas y procedimientos, basados en la investigación y en la evidencia, son desarrollados por organismos reguladores de carácter internacional, como la *Undersea and Hyperbaric Medical Society (UHMS)*, cuya sede reside en Estados Unidos, o la *European Underwater and Baromedical Society (EUBS)*, con sede en Reino Unido. No obstante, el desconocimiento de la oxigenoterapia hiperbárica entre los profesionales sanitarios aún es evidente.

Según el *Comité Coordinador de Centros de Medicina Hiperbárica (CCCMH)*, España consta con aproximadamente una veintena de cámaras hiperbáricas disponibles, localizadas en diferentes hospitales y centros hiperbáricos de la península, las islas Baleares y las islas Canarias. Las cámaras hiperbáricas pueden pertenecer a centros hiperbáricos de titularidad privada, o a unidades/servicios de hospitales públicos.

## **CAPÍTULO 2: LA CÁMARA HIPERBÁRICA**

La cámara hiperbárica es una estructura metálica de carácter estanco y hermético, en cuyo interior se alcanzan presiones superiores a la presión atmosférica. Generalmente, las presiones alcanzadas intra-cámara, durante una sesión hiperbárica, corresponden a 2'2 A.T.A. (consiste en la presión atmosférica más la presión relativa alcanzada en un medio hiperbárico), pudiendo llegar hasta una presión máxima de 3 A.T.A. <sup>5</sup>

(1 Atm equivale a 760 mmHg ó 10'33 metros de columna de agua).

Existen dos tipos de cámaras hiperbáricas, cuyas principales diferencias son su tamaño y el modo de presurización de la cámara. <sup>4,5,6.</sup>

En relación al tamaño, pueden ser de capacidad única (cámara monoplaza) o múltiple (cámara multiplaza). Ambos tipos de cámaras tienen forma cilíndrica, con una base plana anclada firmemente al suelo.

La **cámara monoplaza** está diseñada con un compartimento exclusivamente, para una única persona, por lo que el tratamiento que recibe es individualizado. <sup>4,5.</sup>

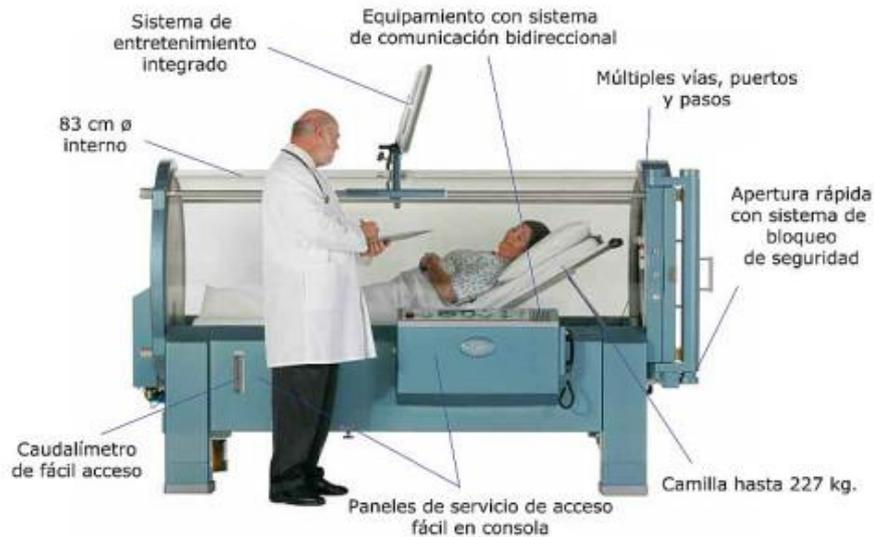


Fig. 2.1. Cámara hiperbárica monoplaza. (Fuente: Preventia HBO: [www.preventiahbo.com](http://www.preventiahbo.com)).

La presurización se obtiene directamente utilizando oxígeno al 100%. En el interior de la cámara el paciente se sitúa en una camilla. Una vez está presurizada la cámara, debido a su pequeño espacio, no está permitido el acceso al paciente.<sup>5,6</sup>

El cilindro de este tipo de cámaras suele estar constituido, en su mayor parte por un material transparente, en una sola pieza y altamente resistente, como por ejemplo el metacrilato.<sup>6</sup>

El tiempo empleado tanto en presurizar como en despresurizar la cámara hiperbárica (monoplaza o multiplaza) es de vital importancia. Su duración varía dependiendo del tamaño de la cámara y de la presión alcanzada. No obstante, es primordial no reducir el tiempo necesario para cada proceso, con el fin de prevenir posibles complicaciones.

La **cámara multiplaza** permite alojar a dos o más pacientes a la vez, además de a uno o dos miembros del equipo de salud, dependiendo de la capacidad de la cámara. Generalmente, es un profesional de enfermería instruido y entrenado en la terapia hiperbárica quien permanece dentro de la cámara durante la sesión hiperbárica.<sup>4,5</sup>



Fig. 2.2. Cámara hiperbárica multiplaza. (Fuente: Unidad Médica Hiperbárica: [www.ventadecamarashiperbaricas.com](http://www.ventadecamarashiperbaricas.com)).

La presurización en la cámara multiplaza se realiza mediante compresores que utilizan aire procedente del exterior. Por lo tanto, la concentración de oxígeno intra-cámara se mantiene en valores similares a los ambientales. No obstante, los ya mencionados compresores están dotados de filtros especiales, con el fin de eliminar partículas u olores no deseados.<sup>5,6</sup>

El oxígeno, a una concentración del 100%, es administrado a los pacientes a través de una mascarilla facial o una campana. En los pacientes que presentan una vía aérea artificial (tubo orotraqueal, nasotraqueal o traqueotomía) se administrará a través de dicho dispositivo.



Fig. 2.3. Mascarilla facial. Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. (Fuente propia).



Fig. 2.4. Campana para oxigenoterapia. (Fuente: Emergalia: [www.emergalia.com](http://www.emergalia.com))

La cámara multiplaza puede estar compuesta por un único compartimento principal o por dos compartimentos: la antecámara y la cámara o compartimento principal (donde se alojan los pacientes).

En el compartimento principal, la posición en la que se colocan los pacientes es sentada. La capacidad de pacientes en el interior de la cámara depende de las dimensiones de la misma; oscila entre un mínimo de dos personas hasta veinte. Las más frecuentes constan de una capacidad para ocho pacientes, más un miembro del equipo de salud.



Fig. 2.5. Interior de la cámara hiperbárica multiplaza. (Fuente: Unidad Médica Hiperbárica: [www.ventadecamarashiperbaricas.com](http://www.ventadecamarashiperbaricas.com)).

Además de lo anterior y según los requerimientos necesarios, pueden desmontarse los asientos e introducirse una o varias camillas (dependiendo del tamaño de la cámara).

Por otro lado, la antecámara suele ser un compartimento de pequeñas dimensiones, comunicado mediante compuertas tanto con el exterior como con el compartimento principal. De esta manera, la presurización y despresurización de la antecámara es independiente, permitiendo así la entrada o salida del personal del equipo de salud al exterior, sin interrumpir la sesión de tratamiento.

Para que un miembro del equipo de salud pueda salir al exterior a través de la antecámara, durante una sesión hiperbárica, es preciso realizar un procedimiento, el cual se describe a continuación. El primer paso consiste en equilibrar la presión de la antecámara con la cámara principal. Seguidamente, se abre la compuerta que divide ambos compartimentos permitiendo el paso de la persona. Una vez está cerrada nuevamente la antecámara, la persona se somete a la despresurización, hasta alcanzar la presión atmosférica. En ese momento, la persona puede salir al exterior.

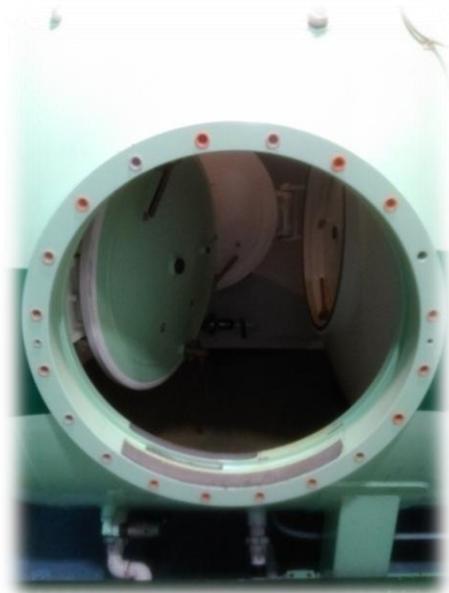


Fig. 2.6. Antecámara de la cámara hiperbárica multiplaza, HUMV. (Fuente propia).

En el supuesto que un miembro del equipo de salud tuviera que entrar al compartimento principal a través de la antecámara, se realizaría el proceso inverso al descrito anteriormente, es decir, el personal se coloca en la antecámara a presión atmosférica, se somete a la presurización de la misma hasta igualar la presión del compartimento principal, y es entonces cuando es abierta la compuerta, dando acceso a la cámara principal.

Del mismo modo, algunas cámaras multiplaza poseen un pequeño compartimento conocido como exclusa, que está ubicada en la cámara principal. A través de la exclusiva se pueden introducir o extraer, durante la sesión, pequeños objetos, utensilios o fármacos, sin que la cámara principal sufra variaciones de presión.



Fig. 2.7. Exclusa de la cámara hiperbárica multiplaza, Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. (Fuente propia).

La esclusa es especialmente útil debido a que no es sometida a variaciones de presión, permitiendo así tener alcance, en breve tiempo, a los objetos que quepan en el pequeño espacio y sean necesarios intra-cámara una vez se ha iniciado la sesión.

Dentro de las cámaras multiplaza, es preciso que haya una zona destinada al equipamiento de emergencia básico. Esencialmente, está formado por:

- Tensiómetro manual y fonendoscopio.
- Fármacos para situaciones de urgencia (adrenalina, urapidilo,...).
- Suero salino fisiológico y suero glucosado. Preferiblemente, han de utilizarse recipientes plásticos, puesto que los recipientes de vidrio pueden romperse debido a las diferencias de presión.
- Agujas y jeringas estériles.
- Gasas y apósitos estériles.
- Caramelos y agua: para ayudar a las actividades de ecualización de los oídos.

El equipamiento debe ser revisado antes de iniciar una sesión de cámara. Tras cada sesión, ha de limpiarse el interior de la cámara y sustituir o reponer los elementos utilizados.

Por motivos de seguridad, la cámara hiperbárica ha de estar equipada con sistema contra incendios, además del sistema de monitorización mínima y comunicación, el cual permite observar el compartimento principal desde el exterior de la cámara. Por tanto, el compartimento principal se controla, en todo momento, por el operador de cámara.

Cada **tratamiento de oxigenación hiperbárica** está formado por una serie de sesiones de cámara. Es preciso remarcar, que la OTH es un tratamiento médico, de igual modo que lo es el tratamiento farmacológico. Por consiguiente, las características de presión, duración de cada sesión, así como la frecuencia de las sesiones y la duración total del tratamiento, ha de ser prescrito por un profesional médico, ajustándose a las características individuales y a la patología de cada paciente.

Con el objetivo de asegurar los beneficios de la OTH, y según el tipo de patología para la que esté indicada, es recomendable repetir el tratamiento transcurridos unos seis meses desde la administración de la última sesión del primer tratamiento.

El **equipo de salud** relacionado con la cámara hiperbárica varía en número, proporcionalmente al tamaño de la unidad hiperbárica de cada centro u hospital. Básicamente, está constituido por:

- Médico: responsable de elaborar el tratamiento individualizado a cada paciente.
- Enfermera: encargada de realizar las intervenciones y actividades necesarias antes y después de la sesión terapéutica, así como de los cuidados directos dentro de la cámara.
- Asistente de cámara o auxiliar de enfermería.
- Operador de cámara: responsable del funcionamiento seguro de la cámara hiperbárica según los procedimientos y protocolos.
- Personal de secretaría (las unidades pequeñas no tienen este servicio).

### **CAPÍTULO 3: EFECTOS DE LA OXIGENOTERAPIA HIPERBÁRICA**

El fundamento de la oxigenoterapia hiperbárica está basado, principalmente, en tres leyes de la física: la Ley de los gases de Boyle-Mariotte, la Ley de las presiones parciales de Dalton y la Ley de disolución de gases en líquidos de Henry.<sup>5</sup>

Según la *ley de los gases de Boyle-Mariotte*, el aumento de la presión causa una disminución del volumen de los gases, y viceversa. Por lo tanto, la elevación de la presión en el interior de la cámara hiperbárica provoca la disminución del volumen de oxígeno sanguíneo, favoreciendo así el transporte de oxígeno hasta los tejidos, a distancias superiores a las alcanzadas en condiciones ambientales.<sup>5</sup>

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

Atendiendo a la *ley de Dalton*, ésta enuncia que la presión total de una mezcla de gases, equivale a la suma de la presión parcial de cada uno de los gases que la componen, puesto que todo gas tiende a ocupar el volumen del recipiente en el que se encuentra. Por consiguiente, si se duplica la presión atmosférica, la presión parcial también se duplicará.<sup>5</sup> La fórmula matemática es la siguiente:

$$P_{\text{Total}} = p_1 + p_2 + \dots + p_n$$

La *ley de Henry*, formula que “a una temperatura constante, la cantidad de gas disuelta en un líquido es directamente proporcional a la presión parcial que ejerce ese gas sobre el líquido”. Esto justifica el hecho de que respirar oxígeno al 100% en un medio hiperbárico, provoca una elevación progresiva de la presión parcial de oxígeno arterial, venoso y tisular. Por lo que el volumen de oxígeno disuelto y transportado en el plasma sanguíneo puede llegar a aumentar hasta veinte veces más.<sup>5,6.</sup>

$$C = K_H \cdot p$$

Básicamente, la oxigenoterapia hiperbárica combina dos mecanismos. Por un lado, la respiración de oxígeno al 100%, que aumenta la presión parcial de oxígeno en los tejidos, lo cual produce un *efecto solumétrico*, basado en la Ley de Henry. Por otro lado, la presión atmosférica superior a la ambiental, que causa un *efecto mecánico-volumétrico* basado en la Ley de Boyle-Mariotte y en la Ley de Dalton.<sup>4</sup>

En otras palabras, los efectos de la OTH sobre el organismo son producidos tanto por la mayor presión a la que se encuentra el organismo (efecto mecánico-volumétrico), como por la presión parcial que alcanza el oxígeno en los tejidos (efecto solumétrico).<sup>4</sup>

La oxigenoterapia aplicada en un medio hiperbárico consigue una mayor proporción de oxígeno plasmático transportado a nivel tisular, por lo que se consiguen efectos terapéuticos aplicables en estados patológicos determinados. Especialmente en patologías que cursan con hipoxia tisular.

El principal efecto de la OTH es proporcionar (a nivel tisular, antes de la muerte celular) condiciones de normoxia (en estados basales de hipoxia) o hiperoxia (en estados basales de normoxia). La hiperoxigenación suministra de forma inmediata O<sub>2</sub> a los tejidos, llegando hasta zonas de hipoxia con menor riego sanguíneo.<sup>5</sup>

Los principales **efectos fisiológicos y terapéuticos** logrados por la OTH, se citan a continuación:<sup>5, 6, 7.</sup>

- Potencia la activación de las funciones celulares de:
  - Linfocitos T y células *natural killer*.
  - Macrófagos y osteoclastos (aumenta la fagocitosis).
  - Neutrófilos polimorfo nucleares (función defensiva).
  - Acelera la formación de fibroblastos, osteoclastos, células endoteliales, colágeno, neo vascularización en tejidos dañados,... (contribuyendo a la reparación de los tejidos).
- Preserva los tejidos circundantes al tejido dañado, debido a que minimiza la adhesión capilar y la salida de polimorfo nucleares al intersticio no dañado.
- Estimula la síntesis de prostaglandinas e interferones.
- Aumenta la presión parcial de O<sub>2</sub> arterial, venoso y alveolar. Por lo tanto, se aumenta la disponibilidad y el transporte del oxígeno plasmático.
- Al aumentar la concentración de O<sub>2</sub> plasmático, se elimina de forma rápida el monóxido de carbono unido a la hemoglobina.
- Influye en la dilatación y contracción de los vasos sanguíneos periféricos, produciendo vasoconstricción, pero sin producir hipoxia. Este efecto es de gran utilidad en el tratamiento de traumatismos, de isquemias y del síndrome compartimental, puesto que reduce el edema.
- Modifica la sensibilidad de los receptores hormonales de insulina (se eleva, produciendo un efecto hipoglucemiante) y catecolaminas (disminuyen).
- Reduce la frecuencia cardíaca y la presión endocraneal.
- La hiperoxia potencia la actividad antimicrobiana; tiene acción bactericida directa sobre gérmenes anaerobios esporulados (causantes de la gangrena gaseosa o mionecrosis clostridial), puesto que reduce la producción de alfa-toxina, generada por dichos gérmenes.
- Tiene acción bacteriostática, relacionada con gérmenes anaerobios no esporulados y algunos gérmenes aerobios.
- El aumento de la presión intra-cámara provoca la disminución de burbujas intra y extravasculares, causadas por descompresión inadecuada o embolismo gaseoso.
- La oxigenoterapia a presiones entre 2'5 y 3 ATA provoca un efecto inmunomodulador, por lo que aumenta la sensibilidad de las células cancerígenas a la quimioterapia y a la radioterapia, movilizando también células madre desde la médula ósea.

Es posible que se produzcan **efectos secundarios o complicaciones** derivados de la oxigenoterapia hiperbárica. No obstante, la presentación de tales efectos es poco frecuente y se reducen notablemente si la oxigenoterapia hiperbárica es aplicada por un profesional instruido y capacitado en la materia, además de que se ejecuten las pautas de tratamiento y medidas preventivas pertinentes. Por consiguiente, la oxigenoterapia hiperbárica puede ser considerada una modalidad con un seguro y amplio margen terapéutico. Los principales efectos secundarios se citan a continuación: <sup>4,5</sup>

- La diferencia de presión a la que se somete una persona durante una sesión hiperbárica puede ocasionar:
  - Dolor agudo, como por ejemplo barodontalgia (dolor dentario ocasionado por la diferencia de presión).
  - Traumas, también llamados barotraumas, debido a que la diferencia de presión afecta a las cavidades que contiene aire y no están en comunicación con el exterior. La localización de un barotrauma puede darse en el oído (interno, medio y externo), en los senos paranasales o en los pulmones, pudiendo llegar a provocar una embolia gaseosa.
- Una mala praxis al realizar la despresurización puede provocar:
  - Enfermedad por descompresión inadecuada.
  - Neumotórax.
  - Parada cardio-respiratoria (en caso extremo).

Es preciso afirmar que a mayor lentitud en la descompresión de la cámara, existe menor probabilidad de producirse enfermedad descompresiva.

- La entrada de aire en el aparato gastrointestinal puede ocasionar molestias abdominales inespecíficas tras finalizar la sesión.

No obstante, esta complicación es poco frecuente y se evade realizando de forma efectiva la respiración abdominal o diafragmática.

- La presión parcial de oxígeno excesivamente alta, durante un tiempo prolongado, puede provocar:
  - Intoxicación por oxígeno, también denominado "*efecto Paul Bert*" (excitación progresiva del sistema nervioso central).
  - El episodio de mayor gravedad derivado de la intoxicación por oxígeno consiste en un cuadro de irritación cortical, manifestada como una crisis epiléptica focal o Jacksoniana (los síntomas pueden ser: convulsiones musculares, cuadros de ausencias, alucinaciones, sudoración, náuseas o taquicardia).

En ambos casos, los síntomas generalmente ceden al retirar la mascarilla de oxígeno. El paciente se recupera totalmente y sin secuelas pasados unos minutos.

- La exposición muy continuada (en tiempo y en frecuencia) al oxígeno hiperbárico, también puede causar efectos tóxicos sobre el aparato respiratorio (tos seca, dolor torácico retro-esternal o edema pulmonar).

- Otro de los efectos tóxicos es la narcosis o acumulación de nitrógeno en sangre y tejidos, produciendo pérdida pasajera de conciencia. Esta toxicidad también es causada por tratamientos prologados en frecuencia y duración.
- Durante la presurización de la cámara, el aire del interior tiende a calentarse, lo que es conocido como “calor de compresión”. No obstante, si el mencionado calor es excesivo, provoca estrés térmico. Una vez se mantiene una presión estable, el calor se irá disipando.
- En pacientes expuestos a tratamientos bastante prolongados, y compuestos por sesiones muy frecuentes, se ha observado miopía progresiva. No obstante, el mecanismo de acción es desconocido.

Además de los efectos secundarios ya mencionados, pueden desarrollarse complicaciones que no se pueden prever. Ejemplo de ello es el episodio agudo de claustrofobia, en una persona sin antecedentes sobre la misma.

La oxigenoterapia hiperbárica está ligada a unos **riesgos específicos**, como pueden ser el incendio, la explosión y la intoxicación (por deficiencias en el filtrado de los gases comprimidos). Sin embargo, adoptando las medidas de seguridad, preventivas y precauciones necesarias, esta modalidad terapéutica se puede desarrollar sin desavenencias ni consecuencias graves.

El personal sanitario intra-cámara no se beneficia de los efectos terapéuticos de la oxigenoterapia, puesto que, como se ha mencionado en el capítulo 2, la cámara multiplaza se presuriza con aire comprimido ambiental y el oxígeno puro se administra a los pacientes mediante mascarillas faciales o campanas.

No obstante, se recomienda que los profesionales respiren oxígeno puro varias veces durante cada sesión, con el fin de adaptarse mejor a las condiciones hiperbáricas. Además, es preciso señalar que a mayor exposición a condiciones hiperbáricas, mayor probabilidad de padecer enfermedad por descompresión inadecuada. Por esto es de vital importancia adoptar las medidas preventivas y no reducir el tiempo de descompresión.

#### **CAPÍTULO 4: INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LA OTH**

Las indicaciones terapéuticas de la oxigenoterapia hiperbárica se pueden agrupar según la severidad de la patología en tres grupos: preferente, complementaria o terapia adjunta y experimentales.

Las **indicaciones preferentes** son patologías consideradas como una **emergencia**, en las cuales la oxigenoterapia garantiza una reversión rápida y eficaz de la patología. La OTH está indicada de modo preferente en: <sup>5, 8, 9.</sup>

- La intoxicación por monóxido de carbono.
- La enfermedad por descompresión inadecuada y los disbarismos.
- La embolia gaseosa.
- La gangrena gaseosa o mionecrosis por clostridium.

Como **terapia adjunta o complementaria** está indicada en diversas patologías, en las cuales, si bien no constituye una terapia fundamental o imprescindible, sí produce efectos beneficiosos basados en evidencias clínicas. Dentro de este gran grupo de patologías se hallan las siguientes: <sup>5, 8, 9.</sup>

- Las infecciones necrotizantes de tejidos blandos (infecciones causadas por gérmenes anaerobios no esporulados, fascitis necrotizante, necrosis gaseosa, mionecrosis no clostridial, gangrena bacteriana progresiva y enfermedad de Fournier). Se administra de forma complementaria a la cirugía y al tratamiento antibiótico.
- Las lesiones isquémicas provocadas por traumatismos agudos. Como es el caso de lesiones graves de una o varias extremidades, síndrome compartimental o lesiones secundarias a aplastamiento. En todos los casos aparece hipoxia tisular y está comprometida la función de los tejidos. El tratamiento de elección es la descompresión y/o la eliminación quirúrgica del tejido necrosado. No obstante, la oxigenación plasmática junto con la vasoconstricción periférica no hipoxemiante, producidas por la OTH, favorecen la recuperación de los tejidos viables.
- Las alteraciones vasculares; tales como patología de pie diabético, úlceras venosas y arteriales, heridas crónicas, retardos en la cicatrización, injertos y colgajos e implantes con compromiso vascular.
- Las lesiones inducidas por la radioterapia en partes blandas, mucosas y hueso.
- Las lesiones agudas por quemaduras térmicas.

Las **indicaciones experimentales** están constituidas por aquellas patologías en las que la OTH puede producir un efecto terapéutico óptimo o interesante, el cual está basado en una hipótesis sólida y está siendo desarrollado dentro de un marco controlado y evaluable. La oxigenoterapia hiperbárica es una modalidad terapéutica segura, con un amplio margen terapéutico, por lo que se podría desarrollar a modo experimental en muchas y diversas patologías. No obstante, las indicaciones experimentales más frecuentes durante los últimos años han sido las siguientes: <sup>5, 8, 9.</sup>

- Sordera súbita.
- Retinopatía oclusiva aguda.
- Parálisis facial.
- Edema cerebral.
- Osteomielitis y osteítis refractarias.
- Neuralgia del trigémino.
- Medicina deportiva.
- Preoperatorio y post-operatorio de cirugía plástica.
- Síndrome de descongelamiento.

Las **contraindicaciones** se pueden dividir en dos grupos: absolutas y relativas. En el caso de personas con contraindicaciones relativas, se realizará una planificación y un planteamiento conservadores, adoptando mayor precaución al administrar la sesión de OTH.

Dentro de las **contraindicaciones absolutas**, se encuentran las siguientes: <sup>5</sup>

- Antecedentes de episodios de claustrofobia, o fobia manifestada por el paciente ante la idea de estar en un espacio de pequeñas dimensiones y cerrado.
- Neumotórax no resuelto.
- Antecedentes de neumotórax espontáneo (los pacientes con este tipo de antecedentes presentan riesgo elevado de padecer esta complicación, al ser sometidos a presiones elevadas).
- Toracotomía reciente (la presión elevada aumenta el riesgo de reabrir la incisión).
- Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (mayor probabilidad de intoxicación por oxígeno).
- Cardiopatía pulmonar descompensada.
- Crisis convulsivas.
- Tratamientos con agentes quimioterápicos alquilantes, esteroides o narcóticos.
- Embarazo: debido a que la exposición al *aire comprimido* aumenta el nitrógeno y puede atravesar la barrera placentaria provocando daños en el feto. Esto no ocurre si lo que se respira es oxígeno al 100%, por lo tanto, en casos de intoxicación por CO, las mujeres embarazadas se someterán a la terapia con oxigenación hiperbárica.

Las **contraindicaciones relativas** están compuestas por: <sup>5</sup>

- Infecciones respiratorias de vías altas (aumenta la dificultad para realizar de forma exitosa las técnicas de equalización de oídos).
- Patologías en los senos paranasales y en el oído medio (mayor dificultad para realizar con éxito las técnicas de equalización de oídos, lo que contribuye a aumentar el riesgo de sufrir barotraumas).
- Epilepsia con tratamiento.
- Obstrucción intestinal.
- Enfisema retenedor de CO<sub>2</sub>.
- Episodio activo de fiebre elevada.
- Antecedentes recientes de cirugía torácica o reconstructiva de oídos.
- Antecedentes de neuritis óptica.
- Anemia hemolítica.

## **CAPÍTULO 5: INTERVENCIÓN ENFERMERA EN LA CÁMARA HIPERBÁRICA**

Es preciso que el personal de enfermería de la cámara hiperbárica adquiera formación continuada, en cuidados intensivos y medicina hiperbárica. Para una buena praxis, es decisivo tanto el dominio y la adaptación de técnicas convencionales a las condiciones hiperbáricas, como aplicar las medidas de seguridad y prevención, antes y durante el transcurso de la sesión hiperbárica.

Del mismo modo, es significativo que el profesional de enfermería posea ciertas aptitudes inherentes; como serenidad, autocontrol y ser capaces de transmitir calma, confianza y seguridad.

La intervención de la enfermería posee un enfoque holístico, que comprende tanto la atención al paciente antes, durante y después de la sesión de OTH, como la aplicación de técnicas enfermeras.<sup>10</sup>

Previamente a la sesión de cámara hiperbárica, se debe revisar que estén presentes todos los elementos necesarios en el interior de la misma. También es preciso revisar las posibles contraindicaciones de los pacientes a la terapia y el estado de salud de los pacientes. En especial en pacientes que sean diabéticos (recuérdese que la OTH sensibiliza a los receptores de insulina por lo que aumenta el riesgo de hipoglucemia), con el fin de prevenir o reducir posibles complicaciones.

**Antes de dar inicio a la sesión**, el profesional de enfermería debe educar e instruir a los pacientes a cerca de las medidas preventivas y de seguridad que se detallan en los puntos siguientes, haciendo mayor hincapié en los pacientes para los que sea la primera sesión de OTH.

- Las **normas de obligado cumplimiento**<sup>11</sup> durante la sesión de cámara, son adoptadas como medidas de prevención y seguridad. Son las siguientes:
  - Es indispensable utilizar ropa de algodón e higienizada, que será facilitada por el centro. La fibra sintética genera electricidad estática, lo que aumenta el riesgo de explosión.
  - Debe evitarse la aplicación de cremas faciales o corporales y perfumes con base alcohólica.
  - Todas las personas en el interior de la cámara deben haber comido previo al inicio de la sesión, especialmente aquellas que padezcan Diabetes Mellitus.
  - Por motivos de seguridad, está totalmente **prohibido** entrar en una sesión de cámara con objetos metálicos, plásticos u otros materiales. Así como todo tipo de aparatos eléctricos.

*Ejemplos de objetos prohibidos:* alhajas, relojes, lentes de contacto, teléfonos móviles, mecheros, bolígrafos, mecanismos con pilas o cualquier objeto con capacidad inflamable.

Por consiguiente, aquellos pacientes que por su gravedad o patología requieran de aparataje electrónico, éstos deberán ser retirados previamente al inicio de la sesión de cámara, y realizarse la función de los mismos de forma manual por parte del profesional de enfermería, siempre que sea posible.

En personas portadoras de prótesis metálicas o marcapasos, se requiere especial precaución y seguimiento durante la sesión hiperbárica.

- **Técnicas básicas de relajación** mediante la respiración.
- **Técnicas de equalización de los oídos**, a realizar durante la presurización y la despresurización de la cámara hiperbárica. Las más utilizadas son:<sup>10</sup>
  - Técnica simple: consiste en bostezar o tragar agua. También incluye beber agua o comer caramelos (sin masticarlos). La técnica simple se suele emplear como complemento a las técnicas de equalización que se explican seguidamente.
  - Maniobra de Valsalva: se basa en ocluir los orificios nasales con los dedos índice y pulgar, a la vez que se sopla forzosamente por la nariz, manteniendo la boca cerrada.
  - Maniobra de Toynbee: se trata de ocluir los orificios nasales y realizar una deglución al mismo tiempo.
  - Maniobra de Frenzel o de pistón: una vez terminado el ciclo respiratorio, se cierra la glotis y se ocluyen los orificios nasales con los dedos, al tiempo que se pronuncia una "K".

Como se ha mencionado en el capítulo 3, el medio hiperbárico influye y modifica en las cavidades corporales que contienen aire y no están en comunicación directa con el exterior. Por esto, las técnicas de equalización de los oídos son especialmente importantes, para equilibrar las presiones entre el oído interno y el ambiente de la cámara hiperbárica, previniendo así complicaciones en el estado de salud de la persona.

- Instruir en la forma de **colocar la mascarilla o campana** (según el caso).
- **Técnica de respiración abdominal o diafragmática**, durante la administración del oxígeno al 100% para garantizar el aporte del mismo. Tiene como objetivo aportar mayor cantidad de aire a los pulmones, favoreciendo la oxigenación.
- La **posición corporal** durante la descompresión de la cámara ha de ser erguida. Una posición encogida favorecerá la acumulación de burbujas de nitrógeno, especialmente en las articulaciones, aumentando así la probabilidad de padecer la enfermedad descompresiva. Es preciso señalar, que el nitrógeno se acumula si la persona está expuesta a condiciones hiperbáricas y no respira oxígeno al 100%. Por esto, se recomienda a los trabajadores intra-cámara que respiren oxígeno puro varias veces durante la sesión.

Además de lo anterior, tanto antes como después de la sesión, es recomendable incentivar a los pacientes a verbalizar las dudas o miedos que tengan, con el objetivo de reducir el temor, resolver la incertidumbre y proporcionar confianza y seguridad ante la modalidad terapéutica que va a desarrollarse.

Cabe destacar que las medidas preventivas y de seguridad, han de adoptarse por **TODAS LAS PERSONAS** que se sometan a condiciones hiperbáricas.

Como ya se ha mencionado, el ambiente hiperbárico produce variaciones en las cavidades con aire, por lo que determinadas técnicas de enfermería han de modificarse y adaptarse a tales condiciones antes de iniciarse la sesión.

Las adaptaciones y cambios en las técnicas y procedimientos se describen en los siguientes puntos: <sup>10, 11, 12, 13.</sup>

- El globo de fijación de las sondas o tubos, ha de rellenarse, en todos los casos, con agua destilada o suero salino fisiológico. Evitando así las variaciones de volumen en el globo causadas por el aumento de la presión.
- La sonda nasogástrica tiene que pinzarse durante la sesión, para prevenir la entrada de aire en el tubo digestivo. No obstante, como regla general, todos los tubos, sondas o drenajes deben permanecer abiertos, para prevenir cambios en el volumen mientras el paciente se somete a las condiciones hiperbáricas.

Una vez se encuentran los pacientes acomodados en el interior de la cámara, es cerrada la puerta del compartimento desde el exterior y se da inicio a la sesión de oxigenoterapia hiperbárica.

**En el transcurso de la sesión** en una cámara monoplaza, solamente el paciente es introducido en el interior de la cámara. El profesional de enfermería, en caso de ser necesario, puede asesorar al paciente a través del sistema de comunicación integrado en la cámara.

Las cámaras monoplaza más modernas están dotadas de un sistema de entretenimiento formado por una televisión exterior. El paciente se beneficia de dicha innovación durante la sesión, debido a que el sonido está comunicado con el interior de la cámara y el material transparente que constituye la pared permite la visualización de la televisión.

Durante la sesión, en la cámara hiperbárica multiplaza, es necesario que los pacientes autónomos estén bajo la supervisión de profesionales instruidos y entrenados, capaces de proporcionarles atención, respaldo y asistencia. En ocasiones, la simple presencia de un profesional es capaz de transmitir serenidad y calma a los pacientes.

Seguidamente se describen los procedimientos adaptados a las condiciones hiperbáricas: <sup>10, 11, 12, 13.</sup>

- El compartimento principal de la cámara hiperbárica, posee unos electrodos estancos que atraviesan la pared de la cámara y se conectan a un monitor en el exterior. Esto es de gran utilidad en el tratamiento de pacientes que requiere monitorización continua intra-cámara.
- En pacientes que requieren respiración asistida, se sustituirá el aparato eléctrico por uno adaptado a condiciones hiperbáricas. De no tener disponible un respirador adaptado, la ventilación se realizará de forma manual por el profesional de enfermería.

En la imagen 5.1 se puede observar un respirador apto para el medio hiperbárico.

- En caso de ser necesaria la aspiración de secreciones durante la sesión hiperbárica, se utilizará un aspirador mecánico que funciona mediante un pedal.



Fig. 5.1. Respirador apto para el medio hiperbárico, HUMV. (Fuente Propia)

- El precio de los desfibriladores específicos para el medio hiperbárico es excesivamente elevado. En caso de ser precisa la desfibrilación, se procede a descomprimir la cámara hiperbárica y la desfibrilación se realiza en el exterior utilizando un desfibrilador convencional, mientras tanto se efectúa RCP.
- En los equipos de perfusión y/o sueroterapia intra-cámara, ha de sustituirse siempre los envases de cristal por envases plásticos. Se rehúsa el empleo de recipientes de cristal, puesto que pueden explotar debido al medio hiperbárico. Por otro lado, los envases de plástico rígido han de ser puncionados en la parte superior para equilibrar las presiones.

El equipo de perfusión no debe tener ninguna burbuja. Además, la pestaña o ventana situada en la cámara de goteo debe permanecer abierta, en contacto con el aire ambiente en la cámara, evitando así diferencias de presiones y/o del volumen administrado.

- En lo referente a la administración y preparación de fármacos, destaca lo siguiente:
  - Vía de administración: la vasoconstricción periférica, secundaria al aumento de presión, reduce la velocidad de absorción de cualquier sustancia que se administre por vía intramuscular o subcutánea. Por consiguiente, es recomendable evitar estas vías de administración y utilizar la vía intravenosa.
  - Los fármacos han de ser precargados en jeringas, en condiciones ambientales, e introducirse posteriormente en la cámara hiperbárica. Es fundamental que no exista ninguna burbuja en el interior de las jeringas. Además de lo anterior, es importante tener presente que los fármacos son influidos por el aumento en la presión.
- Extracción de muestras: suelen realizarse preferentemente en el exterior de la cámara hiperbárica. Sin embargo, de ser preciso obtener muestras sanguíneas (sangre venosa o arterial), hay que poner especial atención en eliminar posibles burbujas y mantener el recipiente que contiene la muestra en posición vertical.

El profesional de enfermería ha de estar especialmente preparado y entrenado para el supuesto de desarrollarse una complicación o emergencia bajo condiciones hiperbáricas. La actuación es exclusiva del profesional que se encuentra intra-cámara, hasta que se haya realizado la descompresión de la misma y se pueda evacuar al paciente.

El principal factor a tener en cuenta, si surge una complicación o emergencia, es el tiempo de descompresión. No es recomendable reducirlo en ningún caso, puesto que se podrían ocasionar daños muy graves en todas las personas presentes en el interior de la cámara hiperbárica.

**CAPÍTULO 6: HOSPITAL UNIVERSITARIO MARQUÉS DE VALDECILLA (HUMV): CENTRO DE MEDICINA HIPERBÁRICA**

El Hospital Universitario Marqués de Valdecilla (Santander, Cantabria), cuenta desde el año 1982 con su propia Unidad de Oxigenoterapia Hiperbárica, la cual pertenece al servicio de Medicina Intensiva. Desde entonces, más de 4.200 pacientes se han beneficiado de esta unidad y las terapias que imparte.

Actualmente, la cámara que se utiliza fue donada por la Fundación Marcelino Botín Sanz de Sautuola el 30 de junio de 1993. Es una cámara hiperbárica de 14 puestos, con antecámara y con un equipo sanitario que permanece localizado durante 24 horas. Actualmente, es centro de referencia para tratamientos médicos y disbáricos del País Vasco, Asturias, La Rioja y Castilla León.

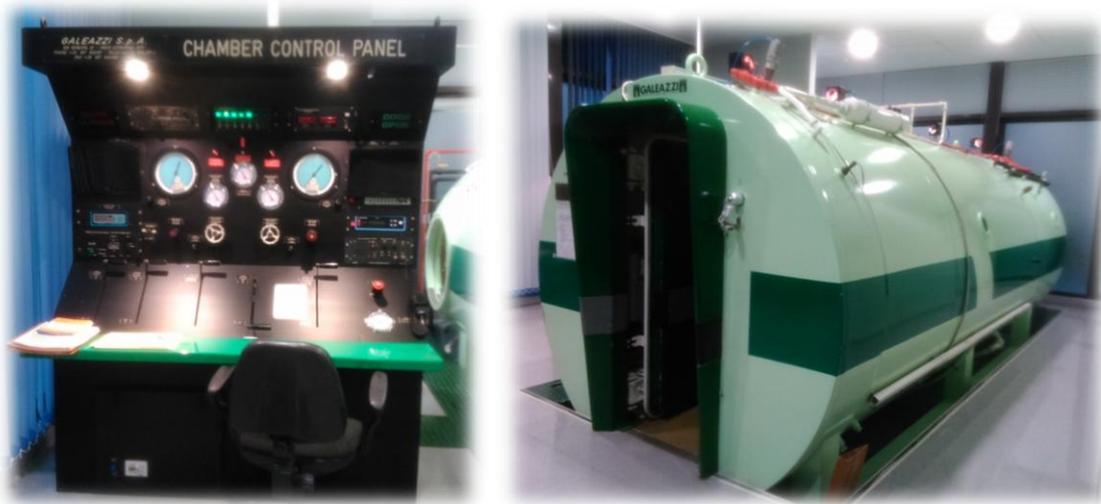


Fig. 6.1. Cámara hiperbárica del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander. (Fuente propia).

Cada año, se imparten alrededor de 300 tratamientos de cámara y las urgencias se encuentran en torno a una media de 70 anuales. El número de pacientes ha ido en aumento durante los últimos años. Los datos más recientes pertenecen al año 2012.

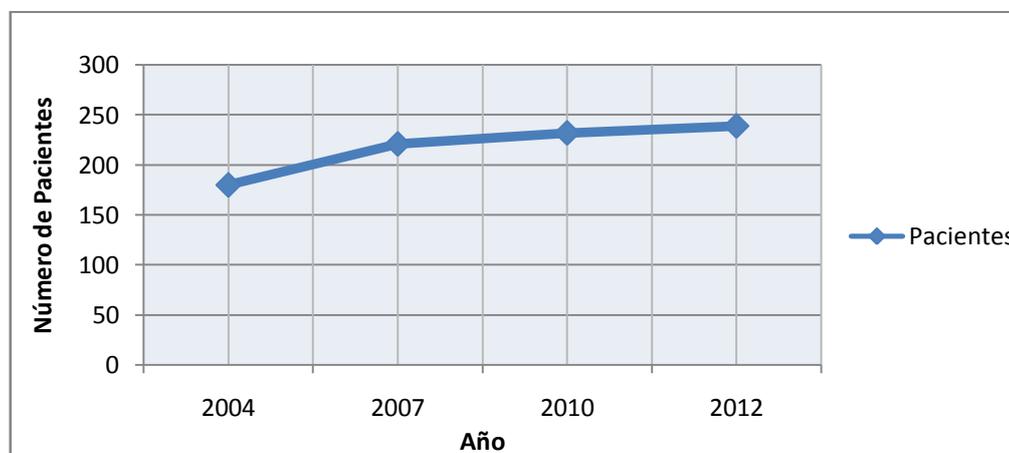


Gráfico 6.1. Evolución del número de pacientes durante los últimos años. (Elaboración propia).

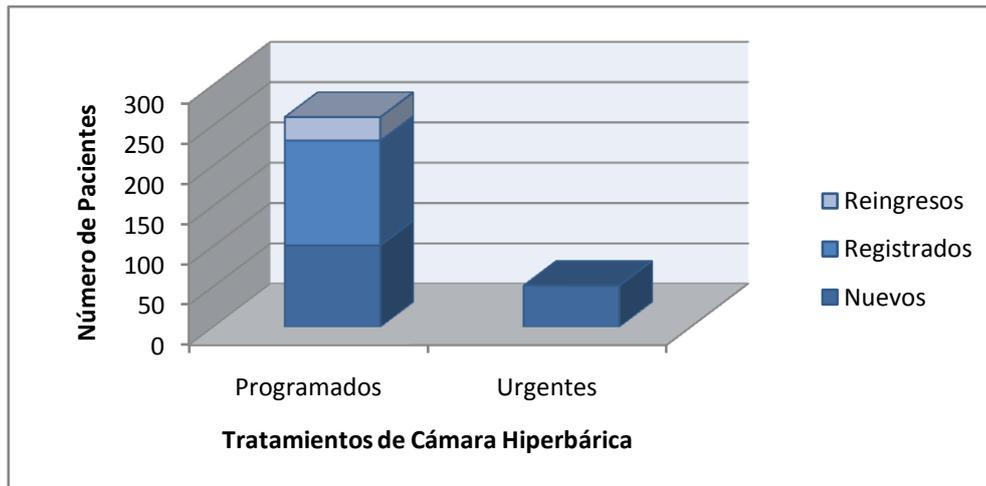


Gráfico 6.2. Número de pacientes según el carácter de tratamiento hiperbárico. (Elaboración propia)

Como se muestra en el gráfico siguiente, los pacientes no sólo pertenecen a la comunidad autónoma de Cantabria.

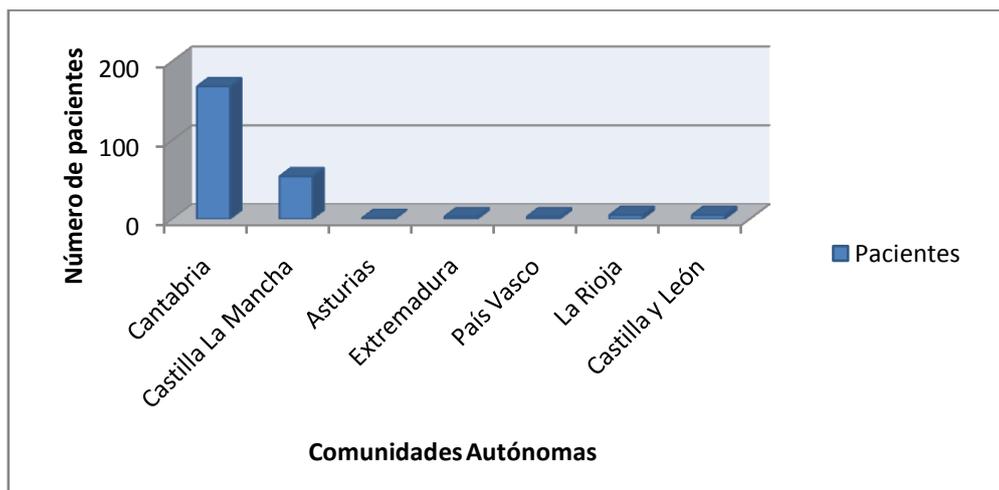


Gráfico 6.3. Número de pacientes según la Comunidad Autónoma en 2012. (Elaboración propia).

Dentro de las urgencias más comunes tratadas en esta Unidad, se encuentran la intoxicación por monóxido de carbono y la sordera súbita. Así mismo, la urgencia más grave es el accidente disbárico y la infección por anaerobios. En cualquier caso, cuanto menor sea el tiempo de inicio del tratamiento, mayor será el beneficio obtenido por el paciente.

Las patologías más frecuentes tratadas en la Unidad de OTH del HUMV son lesiones por radio necrosis, lesiones producidas por la diabetes Mellitus (pie diabético) y úlceras isquémicas.

La actividad asistencial realizada durante los años 2010 a 2012 se refleja en la siguiente gráfica:

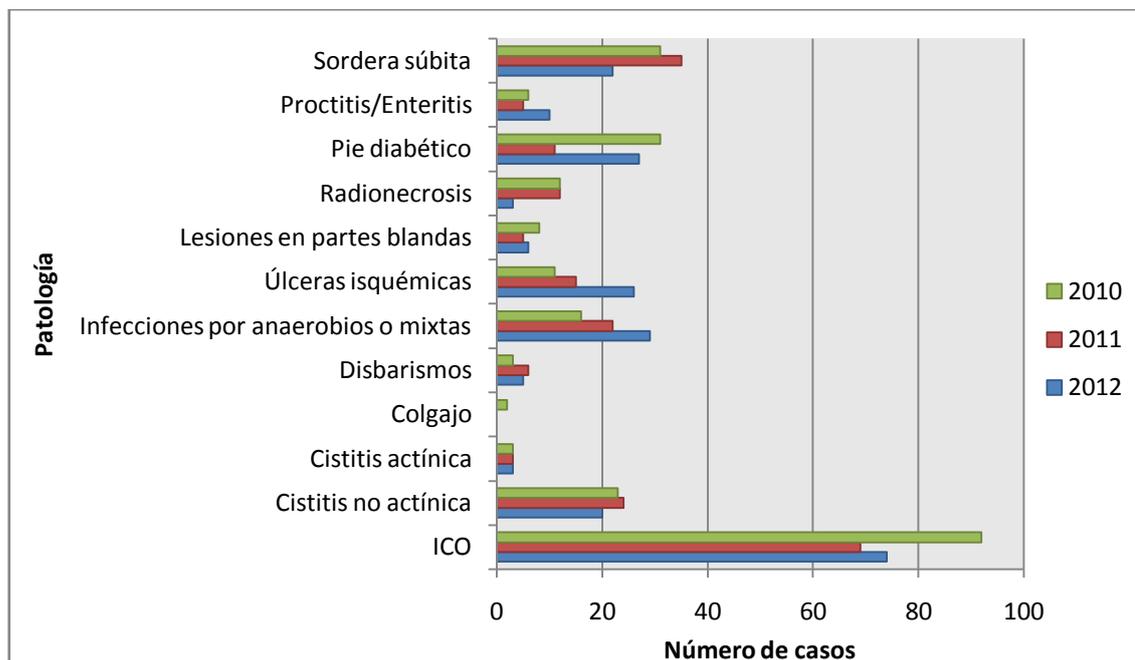


Gráfico 6.4. Actividad asistencial en los años 2010 a 2012. (Elaboración propia).

Tras la observación del gráfico anterior, se puede apreciar cómo se ha incrementado, en los últimos años, la utilización de la oxigenoterapia hiperbárica en el tratamiento de las úlceras isquémicas, las infecciones por anaerobios o mixtas, las proctitis y/o enteritis y las patologías relacionadas con el pie diabético.

El número de pacientes por patología tratados en la Unidad de OTH depende en gran medida del médico especialista y del conocimiento que tenga el mismo sobre la oxigenoterapia hiperbárica. Según afirma Carlos Herrero (enfermero en la unidad de OTH del HUMV), conforme los profesionales médicos conocen y verifican los beneficios de esta modalidad terapéutica, aumenta el número de pacientes derivados a la Unidad de OTH.

Cabe destacar que la Unidad de Oxigenoterapia Hiperbárica del HUMV es de referencia para su uso en caso de urgencia o emergencia de las Fuerzas Armadas Españolas, la Federación Española de Actividades Subacuáticas (FEDAS) u otras empresas o comunidades autónomas que requieran los servicios.

Es preciso señalar, que esta unidad no posee un equipo de salud propio, es decir, al pertenecer al servicio de Medicina Intensiva, los profesionales médicos son miembros de este servicio. Por otro lado, el personal de enfermería pertenece a servicios especiales como urgencias o la unidad de cuidados intensivos, y prestan sus servicios en la unidad de OTH en combinación con la actividad asistencial en el servicio al que pertenecen.

El hecho de no existir un equipo de salud, propio de esta unidad, puede haber influenciado en la ausencia de protocolos específicos de la cámara hiperbárica y la oxigenación hiperbárica.

## **CONCLUSIONES**

En los últimos años, los estudios relacionados con la oxigenoterapia hiperbárica han ido en aumento significativamente. A pesar de los resultados óptimos y los claros beneficios que aporta esta modalidad terapéutica, su aplicación es reducida, especialmente como tratamiento complementario en diversas patologías. No obstante, este hecho puede estar relacionado también con el coste económico.

La cámara hiperbárica es relacionada principalmente con los disbarismos o los accidentes de buceo. Sin embargo, tras la revisión bibliográfica efectuada y según datos de la Unidad de OTH del HUMV, estas patologías se encuentran entre las menos tratadas con oxigenación hiperbárica.

A su vez, la derivación de pacientes a la Unidad de OTH y, por tanto, la utilización de la oxigenoterapia hiperbárica, está condicionada en gran medida por la información que los profesionales sanitarios poseen acerca de la modalidad terapéutica. De esta manera, quien porta mayor información sobre la OTH y los beneficios de la misma, deriva más número de pacientes a dicha unidad.

Por lo tanto, a pesar de su desarrollo y avance logrado en la actualidad, se puede deducir que esta terapia médica se encuentra poco difundida y rodeada de escepticismo. Por esto, puede considerarse a la oxigenación hiperbárica como *la gran desconocida*.

A la vista de los estudios y las estadísticas, se puede extraer, sin miedo a equivocarse, que la Unidad de oxigenoterapia hiperbárica está infrautilizada. No obstante, cumple su función desde el punto de vista de la "evidencia clínica".

Para concluir, la intervención de la enfermería en la cámara hiperbárica es fundamental, tanto para la prevención de complicaciones, como en la administración de cuidados de calidad. Para ello es imprescindible que los profesionales estén formados ampliamente y actualicen sus conocimientos a medida que avanza y evoluciona tanto la modalidad terapéutica, como las características físicas de la cámara hiperbárica.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Oxigenación Hiperbárica Ávila [sede web]. Caracas-Venezuela: Dra. Pineda Monsalve, D; 2014 [acceso 26 de agosto de 2015]. Historia de la Oxigenación Hiperbárica. Disponible en: <http://oxigenacionhiperbaricaavila.com/oxigenacion-hiperbarica/historia-de-la-oxigenacion-hiperbarica.html>
2. Sociedad Española de Medicina Hiperbárica [sede web]. Madrid: Dr. Viqueira, A; 2014 [acceso 26 de agosto de 2015]. Historia de la Medicina Hiperbárica. Disponible en: <http://www.semh.eu/la-medicina-hiperbarica/historia/>
3. PumMed Central [base de datos en Internet] US: National Library of Medicine. Lectures on the Compressed Air Bath and its Uses in the Treatment of Disease; 1885. 1(1271): 936–939. [acceso 26 de agosto de 2015]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2256207/>
4. Desola J. Bases y fundamentos terapéuticos de la oxigenoterapia hiperbárica. Revista virtual de medicina hiperbárica; volumen LIV, nº 1260, 5-11 junio de 1998. JANO/Medicina.
5. Salas Pardo, E. oxigenoterapia Hiperbárica. En: Salas Pardo E, García-Cubillana de la Cruz J.M, Salmalea Pérez F. Manual de medicina subacuática e hiperbárica. Servicio de medicina subacuática e hiperbárica del hospital general de la Defensa “San Carlos”. San Fernando, Cádiz; 2007. p. 108-113.
6. Oxigenarte Salud [sede web]. Madrid; 2013 [acceso 1 de septiembre de 2015]. Disponible en: <http://www.oxigenarte.es/>
7. Centro de Medicina Hiperbárica [sede web]. Mar del Plata- Argentina: Mauvecin, GA; 2014 [acceso 3 de septiembre de 2015]. Efectos fisiológicos. Disponible en: [http://www.medicinahiperbarica.com.ar/efectos\\_oxigeno\\_hiperbarico.html](http://www.medicinahiperbarica.com.ar/efectos_oxigeno_hiperbarico.html)
8. Fernández Angulo, M. M. Cámara hiperbárica / Hyperbaric chamber. Rol enferm. 2001; 24(5): 345-351.
9. Centro de Medicina Hiperbárica [sede web]. Mar del Plata- Argentina: Mauvecin, GA; 2014 [acceso 3 de septiembre de 2015]. Indicaciones. Disponible en: [http://www.medicinahiperbarica.com.ar/indicaciones\\_patologias.html](http://www.medicinahiperbarica.com.ar/indicaciones_patologias.html)
10. Lechuga Gómez JA, Cuadrado Olvera S, Mateo Lozano JM. Enfermería en cámara hiperbárica. En: Salas Pardo E, García-Cubillana de la Cruz J.M, Salmalea Pérez F. Manual de medicina subacuática e hiperbárica. Servicio de medicina subacuática e hiperbárica del hospital general de la Defensa “San Carlos”. San Fernando, Cádiz; 2007. p. 132-135.
11. Cantero Díaz, IF. Cuidado enfermero en hiperoxigenoterapia hiperbárica / Nursing care in hyperbaric oxygen therapy. Metas enferm. 2012; 15(2): 10-16.
12. Mateo Lozano, J. M. Enfermería y oxigenoterapia hiperbárica / Nursing and hyperbaric oxygen therapy. Med. Mil. 2003; 59(4): 31-37.

13. Vila i Vidal, Dalmau. Cámara hiperbárica. Planificación estandarizada de cuidados de enfermería /Hyperbaric chamber: standardized planning in nursing care. Rev. Rol enferm. 2002; 25(6): 420-430.