

# Nueva cámara hiperbárica en el Hospital Militar de Zaragoza

E. Alfaro Torres<sup>1</sup>, I. López-Jurado Marqués<sup>1</sup>

## RESUMEN

El objeto del presente artículo es dar a conocer la nueva cámara hiperbárica que ha sido instalada recientemente en el Servicio de Medicina Subacuática e Hiperbárica del Hospital Militar de Zaragoza. Se describen algunas de sus características, así como las principales indicaciones de la oxigenoterapia hiperbárica y la recompresión terapéutica.

**PALABRAS CLAVE:** Cámara hiperbárica - Accidentes de buceo - Oxigenoterapia hiperbárica

*Med Mil (Esp) 1996;52 (3): 287-290*

## INTRODUCCIÓN

En 1977 se instala en el Hospital Militar de Zaragoza una primera cámara hiperbárica, en previsión de los accidentes de buceo, coincidiendo con la creación, por O.M. de 10 de agosto de 1977, de la Sección de Actividades Anfibas de la Academia de Ingenieros que se constituye como escuela de los buceadores del Ejército de Tierra. Desde entonces, el Servicio de Medicina Subacuática ha aumentado la nómina de equipos a los que asiste sanitariamente con la Guardia Civil, grupos de operaciones especiales, Guardia Real, batallones de ingenieros, Escuela Militar de Montaña y Academia General Militar.

Sin embargo, si bien el tratamiento de los accidentes de buceo fue la razón de la creación del Servicio de Medicina Subacuática, la oxigenoterapia hiperbárica constituye el grueso de la demanda asistencial. En este sentido, se debe tener en cuenta que la cámara hiperbárica supone una singularidad del Hospital Militar de Zaragoza por tratarse del único centro hospitalario de Aragón con este tipo de equipamiento y una de las escasas cámaras hiperbáricas de ubicación no costera.

La nueva cámara hiperbárica, que fue inaugurada el pasado 29 de febrero, era desde hace años una aspiración del Servicio y de la Dirección del Centro, para elevar la calidad en la asistencia y en el apoyo logístico-operativo a los niveles propios de un moderno hospital militar.

## DESCRIPCIÓN

La cámara hiperbárica es un recipiente que permite aumentar la presión en su interior mediante la inyección de un gas respirable, generalmente aire comprimido.

Existen diferentes tipos de cámaras hiperbáricas, con diseño variable según las prestaciones a las que se destinan (tabla 1). En el caso del Servicio de Medicina Subacuática del Hospital Militar de Zaragoza, las cámaras hiperbáricas se diseñaron para permitir el tratamiento de los accidentes de buceo más graves. Por ello, deben ser capaces de soportar presiones de trabajo de, al menos, 6 ATA (5 bar, equivalentes a una presión de 50 metros de columna de agua aproximadamente). Este requisito obliga a que en su construcción se emplee acero al carbono y todos sus elementos cumplan unas exigentes normas de fabricación (Certificación ATISAE y homologación por el Ministerio de Industria y Energía).

**Tabla 1.** Clasificación de las cámaras hiperbáricas (KK Jane, 1990)

Grupo	Presión	Tipos	Indicaciones
I	Hasta 1,5 ATA	Monoplaza Multiplaza Móvil	OHB: isquemias vasculares periféricas, trauma acústico, injertos...
II	Hasta 3 ATA	Monoplaza Móvil	OHB: gangrena gaseosa
III	Hasta 6 ATA	Multiplaza	Aeroemabolismo Enfermedad descompresiva

OHB: oxigenoterapia hiperbárica.

Con el nuevo equipo instalado, el Servicio de Medicina Subacuática del Centro posee dos cámaras hiperbáricas multiplaza en funcionamiento. Una es un modelo Decom II y la nueva es un modelo HTK 2000 HD, ambas fabricadas por Dräger.

Básicamente, una cámara hiperbárica consta de los siguientes elementos: 1) habitáculo; 2) pupitre de control; y 3) sistema de suministro de gases (aire comprimido y oxígeno).

La descripción que sigue se refiere a los elementos de la cámara modelo HTK 2000 HD.

## HABITÁCULO

Aunque existen tipos de cámaras hiperbáricas monoplaza, dado sus muchos inconvenientes y escasas indicaciones, su uso

<sup>1</sup> Cap. San. Med.

Servicio de Medicina Subacuática e Hiperbárica. Hospital Militar de Zaragoza

**Dirección para la correspondencia:** Dr. E. Alfaro Torres. Servicio de Medicina Subacuática, Hospital Militar de Zaragoza. C/ Vía Ibérica, 1. 50009 Zaragoza.

se desaconseja por la mayoría de los autores. Por este motivo, los mejores equipos para el tratamiento de los disbarismos son las cámaras hiperbáricas tipo multiplaza que permiten el tratamiento simultáneo de varios pacientes.

La cámara hiperbárica HTK 2000 HD tiene capacidad para tratar hasta ocho pacientes de forma simultánea. La cámara está dividida en dos compartimentos -antecámara y cámara principal-, lo que permite la entrada o salida del personal sanitario asistente, tras el equilibrado de sus presiones, sin necesidad de interrumpir el tratamiento (figura 1 y 2).

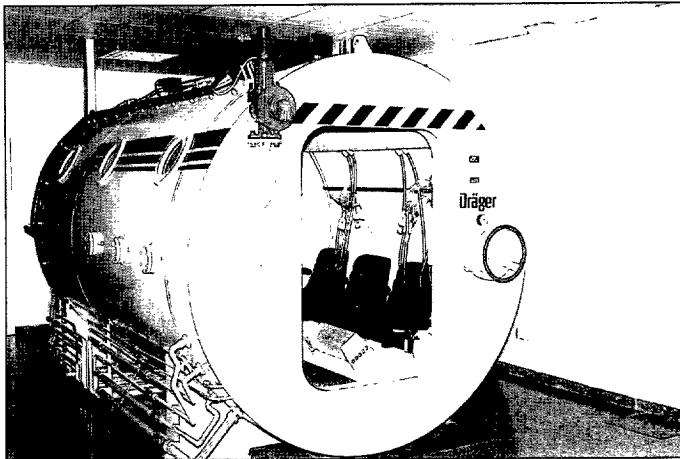


Figura 1. Exterior de la cámara hiperbárica.

#### CÁMARA PRINCIPAL

El acceso a la cámara principal se realiza a través de una puerta rectangular de 130 x 86 cm, lo que permite el paso de camilla o silla de ruedas. En el interior se disponen seis asientos, tres en cada uno de los lados, construidos con materiales resistentes al fuego. Estos asientos se desmontan fácilmente para permitir la incorporación de dos camillas. Una puerta circular de 80 cm de diámetro permite la comunicación entre la cámara principal y la antecámara. El diámetro interior es de 200 cm, lo que proporciona una altura interior aproximada de 178 cm, y su longitud es de 220 cm. Estas dimensiones son suficientes para desenvolverse con comodidad en su interior. Una pequeña esclusa permite el paso de medicamentos. El sistema de respiración con oxígeno lo constituye un modelo Dräger SAAI, con salida para seis personas (máscara oro-nasal, tubo endotraqueal, o tubo de traqueostomía) y exhaustación al exterior. Por otro lado, se dispone de un riel en el techo para fijación de goteros y otro riel para montar equipos médicos. En prevención del riesgo de incendio, por la elevada concentración de oxígeno que puede acumularse en su interior, se ha dotado de un extintor de polvo seco. Por el mismo motivo la pintura es ignífuga y las lámparas para iluminación se han dispuesto en el exterior del habitáculo. Por otro lado, una sonda permite el análisis de gases ( $O_2$  y  $CO_2$ ). Otros sistemas de seguridad son una alarma sonora, un sistema intercomunicador doble y un pulsador de emergencia. Además se dispone de otros elementos de equipamiento como son: manómetro, termómetro, higrómetro, portillos de observación y un sistema de calefacción. El suelo es de aluminio dividido en elementos desmontables para su limpieza fácil. Finalmente, en previsión de su futura instalación, se han dispuesto refuerzos para la penetración de suministro eléc-

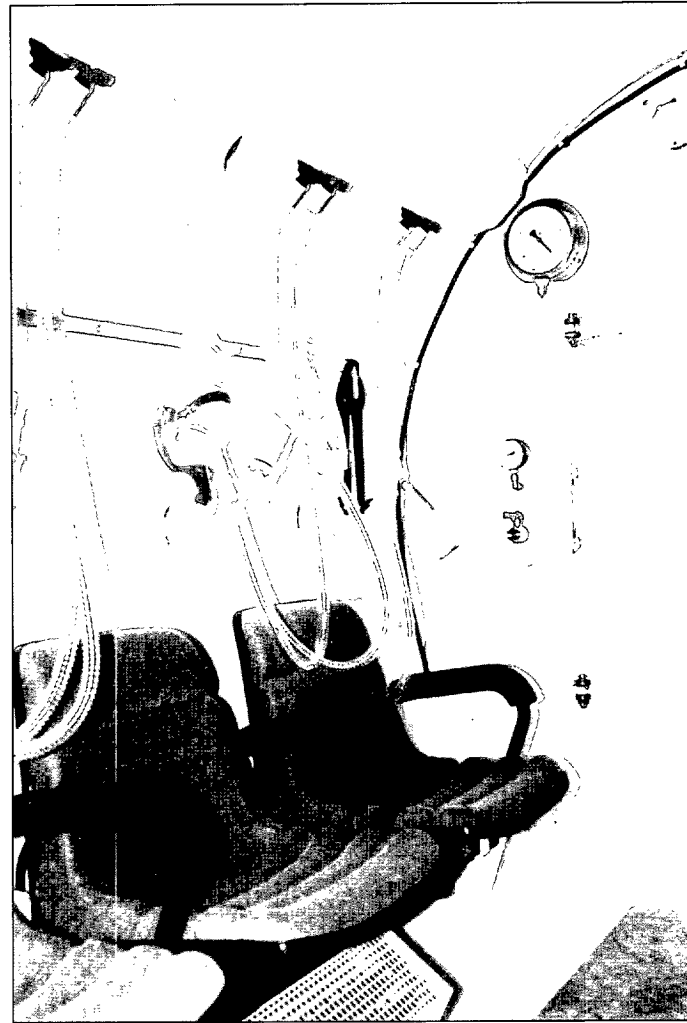


Figura 2. Interior de la cámara hiperbárica HTK 2000 HD Dräger.

trico, gases y de cables de sensores de equipos médicos de monitorización y respiración mecánica.

#### ANTECÁMARA

Se accede a la misma por una puerta de entrada circular, de 80 cm de diámetro, o a través de la puerta de comunicación desde la cámara principal. Dispone de dos asientos abatibles y un sistema de respiración de oxígeno con salida para dos personas y exhaustación al exterior. Debido a que algunos tratamientos se pueden prolongar hasta 58 horas (Tabla de Tratamiento N° 4 de US Navy), se ha dispuesto, en la antecámara, un inodoro móvil con tratamiento químico de excretas. El equipamiento restante es similar al de la cámara principal.

#### SUMINISTRO DE GASES

La cámara se presuriza por un sistema de producción y almacenamiento de aire comprimido. La central de aire comprimido consta de: un compresor, un sistema de almacenamiento de aire comprimido, un secador frigorífico y un sistema de filtración de aire comprimido.

## Nueva cámara hiperbárica en el Hospital Militar de Zaragoza

El aire se toma a través de un filtro y se comprime mediante un motocompresor eléctrico (ABC, modelo HX-25-155) con un caudal de 2.100 l/min y una potencia de 25 CV. El aire comprimido se almacena en tres calderines de 3.000 litros, con una presión de trabajo de 15 bar. Estos depósitos se han instalado en el exterior del hospital. El aire ambiente que aspira el compresor contiene siempre agua en forma de vapor. La presurización provoca la precipitación de la humedad en forma de gotas; por ello, el aire debe ser tratado en un secador frigorífico para su aplicación en recompresiones terapéuticas. Finalmente, para purificar el aire se ha instalado un grupo de filtros que eliminan las impurezas. Un prefiltro retiene las partículas sólidas (diámetro mayor de 3 micras), otro microfiltro desoleador retiene las emulsiones de vapor de aceite y un último microfiltro retiene las partículas con un diámetro superior a 0,01 micras (bacterias). De ese modo, el aire tratado resultante tiene una mayor calidad que el aire ambiental, garantizándose una calidad de aire respirable igual o superior a la Norma DIN 3188.

El sistema de suministro de oxígeno está equipado con seis máscaras buco-nasales en la cámara principal y dos para la antecámara, con expulsión automática del oxígeno exhalado fuera de la cámara, mediante un sistema Venturi. En la tabla 2 se reseñan las especificaciones técnicas de este modelo de cámara hiperbárica.

**Tabla 2.** Cámara hiperbárica HTX 2000 HD de Dräger: especificaciones técnicas

Longitud total de la cámara.....	380 cm.
Longitud útil de la antecámara .....	116 cm.
Longitud útil de la cámara principal .....	220 cm.
Diámetro interior.....	200 cm.
Altura total exterior.....	220 cm.
Altura interior (aproximada) .....	178 cm.
Presión de trabajo.....	6,5 ATA
Presión de prueba .....	8,25 bar
Presión de alimentación de aire comprimido .....	15 bar
Presión de alimentación de O <sub>2</sub> .....	7 bar
Volumen cámara principal (aproximado) .....	6 m <sup>3</sup>
Volumen antecámara (aproximado).....	3,5 cm <sup>3</sup>

### PUPITRE DE CONTROL

La cámara dispone de un pupitre de control con un panel horizontal y otro vertical. En su panel frontal están colocados todos los interruptores de los diferentes circuitos eléctricos, los manómetros para control del aire y el oxígeno, la centralita de intercomunicadores y los equipos de medida. Se han previsto huecos para instalar monitor de televisión, registradores, teléfono, equipo de música, etc. En el panel horizontal se disponen todos los elementos de valvulería para presurización y vaciado, acometida de oxígeno y aire comprimido, ventilación, suministro y exhaustación de oxígeno a máscaras.

El pupitre incluye el siguiente equipamiento:

- Interruptores y lámparas de control, etiquetadas para su correcta identificación.
- Válvula principal para corte de suministro de aire comprimido.

- Válvula principal para corte de suministro de oxígeno.
- Válvula de conmutación para suministro de aire a las cámaras en caso de corte de O<sub>2</sub> en caso de emergencia.
- Sistema de seguridad para conmutar, automáticamente, el suministro de O<sub>2</sub> a suministro de aire a las mascarillas cuando la presión supere 2,3 ATA.
- Suministro de gases (cámara principal y antecámara) con los siguientes elementos:
  - Válvula de entrada de aire
  - Válvula de salida de aire
  - Válvula para tubo analizador de gases (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>).
  - Válvula de entrada de oxígeno para el suministro de respiración SAAI.
  - Válvula de salida de oxígeno para el sistema de respiración SAAI.
- Instrumentos de control:
  - Un manómetro de precisión para la cámara principal.
  - Dos manómetros para lectura de presión (cámara principal y antecámara).
  - Un manómetro para la línea de suministro de aire comprimido.
  - Un manómetro para la línea de suministro de oxígeno.
  - Un rotámetro para control del suministro de aire de ventilación.
  - Una centralita de intercomunicadores.
  - Un reloj y cronómetro digital.
  - Un instrumento con indicación digital del nivel de O<sub>2</sub> en la cámara principal.
  - Un instrumento con indicación digital del nivel de CO<sub>2</sub> en la cámara principal.
  - Un sistema para la regulación termostática de la calefacción de la cámara principal y la antecámara.

### INDICACIONES

La administración de oxígeno en ambiente presurizado determina sus efectos mediante dos mecanismos de acción: 1) los debidos a la variación de la presión ambiental; y 2) los que se deben a la acción directa del oxígeno hiperbárico sobre los tejidos.

La elevación de la presión ambiental, al reducir el tamaño de las microburbujas de gas formadas en la sangre y los tejidos, alivia los síntomas de las enfermedades disbáricas (embolismo gaseoso y enfermedad descompresiva).

**Tabla 3.** Indicaciones de oxigenoterapia hiperbárica (UHMS)

Enfermedad descompresiva
Embolismo gaseoso
Infecciones necrosantes de tejidos blandos
Grangrena gaseosa
Osteo-radionecrosis
Intoxicación por monóxido de carbono
Osteomielitis
Úlceras de cicatrización lenta
Síndrome por aplastamiento y compartimental
Quemaduras
Cicatrización de injertos
Sordera brusca

Por otro lado, al inhalar oxígeno a una presión superior a la atmosférica aumenta considerablemente la cantidad de oxígeno disuelto en la sangre; es decir, del oxígeno en solución física vehiculizado por la sangre, no del transportado por la hemoglobina.

La oxigenoterapia hiperbárica se introdujo en la práctica médica en 1956, a raíz de los trabajos de Boerema, y desde

entonces sus campos de aplicación no han sino ampliarse. Sin embargo, la toxicidad potencial de la hiperoxia y del hiperbarismo limitan su utilización.

La Sociedad Americana de Medicina Subacuática e Hiperbárica (UHMS) ha definido las indicaciones de la oxigenoterapia hiperbárica, agrupadas en tres categorías, basándose en los resultados de la investigación animal y clínica (tabla 3).