

LA CAMARA HIPERBÁRICA, LA OXIGENOTERAPIA HIPERBÁRICA



Estudiante: **ENCARNA PITARCH BERNAT**

Tutor: MANUEL SALVADOR MARÍN

Trabajo de investigación final de Grado

Graduado Universitario Senior

Curso 2018-2019

AGRADECIMIENTOS

A todo el equipo de la U.T.H (Unidad de Terapia Hiperbárica) del Hospital General Universitario de Castellón.

Especialmente al Doctor D. Manuel Salvador, jefe de la U.T.H., Médico Traumatólogo... quien ha sido mi tutor en la consecución del trabajo y que con su inestimable ayuda y apoyo no hubiera podido realizar.

A Mónica Sales por su entrega y ayuda en el montaje del trabajo.

Así como aquellas personas que permanecen en el anonimato, pero que sin su apoyo no hubiera podido finalizar esta investigación.

ÍNDICE

---Introducción

Un poco de historia

---La O.H.B. (Oxigenoterapia Hiperbárica)

Leyes Físicas Fundamentales:

Ley de Henry

Ley de Boyle

Ley de Dalton

---Descripción de la Cámara Hiperbárica

---Actuación y efectos de la O.H.B. dentro de la Cámara hiperbárica

---Efectos terapéuticos de la O.H.B.

Indicaciones preferentes

Indicaciones complementarias

Indicaciones experimentales

---El “Más allá “de la Medicina Hiperbárica

---Conclusiones

---Bibliografía

---Anexos fotográficos

LA CAMARA HIPERBARICA

OXIGENOTERAPIA HIPERBARICA (O.H.B)

INTRODUCCIÓN.

Un poco de historia...

La aventura y el primer uso documentado de la Cámara Hiperbárica, comienza en el año 1.662 y es anterior al descubrimiento del oxígeno.

El clérigo británico Henshaw, fisiólogo y médico, intuye que el aumento de la presión del aire podría aliviar algunas lesiones agudas, mientras que, según él, las presiones bajas podrían ser útiles en las patologías crónicas.

Henshaw denominó "Domicilium" a su cámara.

Su idea fue posteriormente aplicada en diferentes países de Europa para mejorar la salud, con los "Baños de aire comprimido", como se llamaba a esta terapia entonces.

Aproximadamente un siglo más tarde, el científico y teólogo inglés Joseph Priestley, logra aislar el oxígeno del aire en forma gaseosa y es el primero en reconocer su papel fundamental para los organismos vivos.

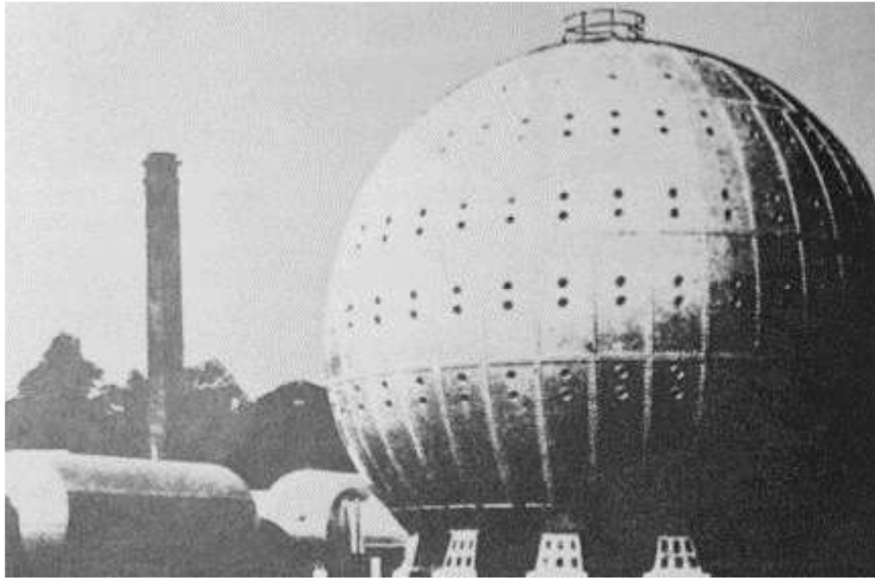
En 1.878, el científico Paul Bert, en su obra, "La presión barométrica", describe los efectos beneficiosos y la toxicidad del oxígeno respirado a altas presiones.

La técnica cruzó los océanos y Orville J. Cunningham, profesor de anestesia en la Universidad de Kansas, se erigió como su principal defensor.

Gracias a sus éxitos terapéuticos, mandó construir una gran cámara de unos 26,83 m. de longitud y una esfera de acero de 19,51 m. de diámetro, conocida como el Steel Ball Hospital de Cleveland (bola o globo de acero).

Orville observó que pacientes con problemas cardíacos y alteraciones circulatorias que se sentían mal viviendo en las montañas, mejoraban a nivel del mar, por lo que consideró, que aumentar la presión podía ser beneficioso para estas personas.

Pero a pesar de haber alcanzado algunos logros en ciertas terapias, la Asociación Médica Americana y el Colegio de Médicos de Cleveland, decidieron cerrar y desmontar la gran “bola de acero”.



No obstante, el interés por ésta técnica no decayó y hubo muchos científicos y médicos que trabajaron para definir científicamente las indicaciones de la oxigenación hiperbárica (O.H.B.).

Este impulso científico condujo a la organización de conferencias de consenso.

OXIGENOTERAPIA HIPERBÁRICA

La tecnología utilizada en la O.H.B. es conocida desde hace más de 200 años, cuando se establecieron las Leyes de compresión de los gases... Leyes de las que hablaré un poco más adelante.

Pero esta tecnología se utiliza con propiedad desde hace aproximadamente unos 30 años. Documentos y testimonios anteriores a 1.961, solo tienen un valor histórico o anecdótico.

La Cámara Hiperbárica surge dentro del ámbito del buceo para tratar casos de descompresión, es decir, de aquellos trastornos que se producen cuando el nitrógeno disuelto en la sangre y los tejidos, debido a la alta presión, forma burbujas a medida que la presión disminuye y los buzos van emergiendo hacia la superficie.

El nitrógeno (N₂) es el principal constituyente de la atmósfera (78 % por volumen de aire seco) y en estado gaseoso dentro del organismo, puede producir daños que van desde síntomas de fatiga y dolor de los músculos y articulaciones, hasta accidentes cerebro-vasculares (ACV), dificultad para respirar, dolor torácico...

El resultado de toda esta variada y peligrosa sintomatología, es lo que conocemos con el nombre de Enfermedad por Descompresión.

Dicha enfermedad es la que, desde comienzos del siglo XX, viene tratándose con mucha eficacia en las cámaras hiperbáricas o de alta presión. Es por ello, por lo que la cámara hiperbárica puede resultarnos más conocida.

Pero en la cámara no solo se tratan los accidentes disbáricos de los buzos, su uso va más allá, mucho más allá.

El tratamiento con oxígeno hiperbárico, consigue que aquellas áreas del organismo que están en Hipoxia (faltas de oxígeno), se beneficien del mismo y puedan poner en marcha las rutas metabólicas y mecanismos fisiológicos deprimidos por la situación de falta del bien más preciado, el oxígeno.

El oxígeno hiperbárico es aquel que se administra a una presión más alta que la de la atmósfera a nivel del mar. Esta presión permite que el oxígeno se disuelva y sature el plasma de la sangre.

Pero para que todos estos mecanismos fisiológicos se pongan en marcha, se necesitan una serie de condiciones y de procesos que vienen regidos por las llamadas LEYES FISICAS FUNDAMENTALES, cabe destacar y enumerar tres de ellas:

1.- Ley de Henry

2.- Ley de Boyle

3.- Ley de Dalton

El oxígeno que circula disuelto en el plasma, obedece a la llamada **Ley de Henry** una de las "Leyes de los Gases", que viene a decirnos:

"La cantidad de gas disuelta en un líquido a temperatura constante, es proporcional a la *presión parcial del gas sobre el líquido*".

$P=K.C$

p = presión parcial del gas

K = constante de Henry

C = concentración del gas

El gas (en este caso el oxígeno), se disuelve en el líquido, plasma sanguíneo, hasta que la tensión del gas se equilibra con la presión ambiental, fenómeno que se conoce con el nombre de SATURACIÓN.

Al respirar oxígeno puro y elevar la presión ambiental 2 o 2 veces y media, conseguimos tensiones de oxígeno disuelto 20 veces superiores a las normales respirando aire.

Estos cambios en la tensión de los gases, una oxigenación superabundante de la sangre y de los tejidos, pueden proporcionar un efecto terapéutico en todas las enfermedades en las que exista HIPOXIA CELULAR general o local.

El organismo se protege de la excesiva cantidad de oxígeno, produciendo "antioxidantes naturales", sobre cuyo efecto, la oxigenoterapia hiperbárica actúa como modulador y experimenta una vasoconstricción periférica dosis-dependiente.

Los antioxidantes son sustancias naturales o fabricadas que ayudan a prevenir algunos tipos de daños a las células; daños producidos por los llamados "radicales libres" (moléculas que consiguen su estabilidad modificando a las moléculas colindantes, lo que provoca una reacción en cadena que termina dañando a muchas

células). Cabe destacar, de entre los radicales libres, los producidos por la contaminación atmosférica, el humo del tabaco, ciertas grasas, entre otros.

Una dieta rica en vitaminas y minerales, pueden ayudarnos a reducir los efectos no gratos de la oxidación celular (“desgaste “de nuestras células).

El oxígeno hiperbárico, tiene entre otras muchas, una “función antioxidante y reductora” del “estrés oxidativo“. Todo ello se traduce en un incremento de la calidad de vida de un paciente. La O.H.B. es una técnica no invasiva y sin efectos secundarios.

Ley de Boyle

Destaca dentro de la medicina hiperbárica:

Asocia el Volumen y la Presión de una cantidad específica de un gas contenida a una temperatura continúa, es decir:

“A temperatura constante, el volumen de una masa fija de gas,
es inversamente proporcional a la presión que éste ejerce.
si la presión aumenta, el volumen disminuye.”

$$P \times V = K$$

El tratamiento en cámara hiperbárica y con la aplicación de esta Ley Física, contribuye a la mejoría o curación de patologías tan importantes como: *la embolia por descompresión, la embolia gaseosa o la gangrena gaseosa.*

Ley de Dalton

Esta es la última Ley que voy a enumerar y cuya aplicación, produce como las anteriores, efectos directos o fisiológicos sobre nuestro organismo y por lo tanto, sus efectos son beneficiosos en aquellas patologías que pueden interferir en una buena salud.

Establece:

“En una mezcla de gases, cada gas ejerce una presión como si los otros gases no estuvieran presentes “.

Además, la presión específica de un gas determinado, se llama Presión Parcial

La Presión Total es la suma de la presión de todos los gases que forman esa mezcla.

En función de la Ley de Dalton, el contenido gaseoso de la mezcla respiratoria puede ser modificado a voluntad.

La administración de oxígeno al 100 % y a una presión superior a la atmosférica hacen posible, que la presión parcial del oxígeno inspirado en cámara hiperbárica, sea muy superior -20 o más veces- a la del aire ambiente.

Así pues, podemos decir con conocimiento de causa, que la oxigenación hiperbárica, tiene EFECTOS HEMODINAMICOS, ACCIONES SOBRE LA INMUNIDAD Y EL TRANSPORTE DE OXIGENO.

El espectro de sus efectos terapéuticos, va desde la reducción de la hipoxia y el edema, hasta la mejora de la respuesta del huésped frente a la infección y la isquemia.

En general, el tratamiento con O.H.B., es bien tolerado.

Los diferentes efectos producidos por la O.H.B., facilitaron que entre sus recomendaciones se incluyeran un gran número de indicaciones. La O.H.B proporciona un aporte adicional de oxígeno transportado por el plasma sanguíneo y no por la masa eritrocitaria (por los glóbulos rojos o eritrocitos).

Estas tres Leyes Fundamentales de la Física, son importantísimas a la hora de llevarse a cabo el comportamiento de los gases, que cambian en función de la presión, del volumen y de la temperatura, entre otros parámetros.

DESCRIPCION DE LA CÁMARA HIPERBÁRICA

(Usos de la misma)

Nos vamos a centrar ahora en hablar de la cámara hiperbárica.

Las cámaras que se utilizan para la aplicación de la oxigenoterapia hiperbárica, son muy variadas en cuanto a su tamaño, disposición, capacidad y materiales utilizados.

La mayoría de ellas suelen ser cilíndricas y metálicas y en disposición casi siempre horizontal. Pueden ser monoplaza de pequeño volumen, aptas para un solo paciente.

Las cámaras multiplaza pueden alojar a varios pacientes al mismo tiempo que respiran oxígeno puro simultáneamente, en un circuito semiabierto, mediante una mascarilla nasofacial hermética o un capuchón o casco integral.

En las cámaras multiplaza, el personal sanitario especializado, acompaña y asiste al paciente en caso necesario con las técnicas médicas que el paciente precise.



Es un recipiente metálico (de acero) cilíndrico, capaz de presurizar y mantener un gas a una presión superior a la atmosférica.

Cuando se **presuriza**, se consigue mantener la presión atmosférica de un recinto cerrado a niveles normales de habitabilidad y confort, para ser ocupada por personas sanas o enfermas.

La terapia hiperbárica consiste pues, en la utilización de una cámara hiperbárica para el tratamiento de multitud de enfermedades.

Para poder ejercer la Medicina Hiperbárica de una forma legal y fiable, todo centro de medicina hiperbárica, debe disponer de la documentación, registros y marcaje individual de la (s) cámara (s), con independencia de que sea (n) mono o multiplaza, así como de la documentación médica.

Toda forma de ejercicio que no cumpla con estos requisitos, debe ser considerada como FRAUDULENTA.

El Real Decreto 1.277/ 2.003 que reglamenta la autorización de centros y establecimientos sanitarios, define un Centro de Medicina Hiperbárica como:

“UNIDAD ASISTENCIAL VINCULADA A UN CENTRO HOSPITALARIO QUE BAJO LA RESPONSABILIDAD DE UN MEDICO, CON FORMACION ESPECIALIZADA, TIENE COMO FINALIDAD, LA ADMINISTRACION DE OXIGENO PURO AL ORGANISMO, EN UN MEDIO PRESURIZADO, CON FINES DIAGNOSTICOS O TERAPEUTICOS.”

En cámaras multiplaza, la dotación mínima es la de un médico con formación especializada, un enfermero (a) o técnico sanitario y un operador de cámara, comúnmente llamado “camarista”.



Panel de control

Las cámaras están dotadas de diferentes componentes:

- _ Compresor
- _ Válvulas
- _ Secadora
- _ Enfriadora
- _ Filtros de aire
- _ Botellas de oxígeno de reserva
- _ Sistema anti-incendios
- _ Control
- _ Comunicaciones
- _ Extintor



Botellas de oxígeno de reserva



Sistema antiincendios

Comunicaciones



En las cámaras hiperbáricas se realizan las sesiones de tratamiento que se consideran necesarias para que un paciente se restablezca de una patología concreta.

Estas sesiones o exposiciones del paciente a un tratamiento hiperbárico, tienen una duración de 90 minutos aproximadamente, con exclusión de los períodos de compresión y descompresión, es decir, cuando una determinada masa de aire pasa de una presión atmosférica superior a la normal, a pasar a la normalidad o periodo de descompresión.

Las “tandas” de tratamiento son las sesiones que se aplican a un paciente en períodos de tiempo separados, para el tratamiento de un mismo proceso.

Tenemos que tener en cuenta, una serie de precauciones técnicas que aparecen implícitas a la presurización. Al presurizar estamos creando unas condiciones normales de presión atmosférica, para que el oxígeno disponible en el compartimento, sea suficiente para sobrevivir.

El riesgo mayor es el de la deflagración, de incendio, debido a la alta concentración de oxígeno a una presión superior a la atmosférica.

Esta es la razón principal de la existencia de Agencias de control y prevención, entre las que destacan la Americana y la Europea, que además de definir procedimientos de trabajo y de control, establecen las Normas estrictas de prevención de accidentes con especial atención a las medidas activas y pasivas para prevenir y combatir un incendio en medio hiperbárico.

Es una absoluta e irresponsable temeridad confiar el manejo y control de una cámara hiperbárica mono o multiplaza, a personal que no haya recibido formación especializada.

El impacto económico de la utilización de cámaras hiperbáricas para tratamiento concretos, es sorprendentemente bajo comparado con los medicamentos modernos NO FINANCIADOS y con las tarifas de otras terapéuticas complementarias.

La suma total de un tratamiento hiperbárico completo dependerá también del número de sesiones de O.H.B. necesarias.

La Oxigenoterapia Hiperbárica es una modalidad terapéutica que se fundamenta en la OBTENCION DE PRESIONES PARCIALES DE OXÍGENO elevadas al respirar oxígeno puro en el interior de una cámara hiperbárica, a una presión superior a la atmosférica, siendo ésta última, de 760 mm. De mercurio (Hg), y es la que ejerce la atmósfera sobre la superficie de la Tierra.

La presión se mide, según el SIU (Sistema Internacional de Unidades) en una unidad derivada denominada PASCAL (Pa) y que es equivalente a una fuerza de un Newton actuando uniformemente sobre 1m².

Las bases de la O.H.B. están clínica y experimentalmente bien establecidas y su aplicación controlada con rigor por diversas Instituciones Internacionales.

Es una terapia de bajo coste que puede ofrecer alternativas en algunas situaciones en las que ningún fármaco convencional es eficaz, ya sea mejorando la calidad de vida del paciente, disminuyendo los días de hospitalización, minimizando la aparición de secuelas o disminuyendo el consumo de medicamentos.

ACTUACIÓN Y EFECTOS DIRECTOS DEL O.H.B.

En condiciones normales, el oxígeno es transportado de 2 formas:

- 1._ Unido a la hemoglobina
- 2._ Disuelto en el plasma (solo un 0,3 % de oxígeno va disuelto en el plasma)

1_ La **hemoglobina** es una metaloproteína de color rojo contenida en los hematíes o glóbulos rojos de la sangre, cuya función consiste en capturar el oxígeno de los alveolos pulmonares y transportarlo a todos los tejidos del organismo.

Aparato respiratorio y aparato circulatorio, trabajan conjuntamente para garantizar el suministro constante de oxígeno a todas las células de nuestro organismo.

2_ El **plasma sanguíneo** es el componente mayoritario de la sangre y representa un 55 % del volumen sanguíneo total, es la fracción líquida y acelular de la sangre.

Se obtiene, al dejar a la misma, desprovista de células como: glóbulos rojos o hematíes, glóbulos blancos o leucocitos.

Está compuesto por:

- _ Un 90 % de agua
- _ Un 70 % de proteínas (macromoléculas que realizan todo tipo de funciones para la "vida celular ") y que son la base de todo Proceso Vital.
- _ Un 3 % restante, formado por:
 - Grasa, glucosa, vitaminas, hormonas
- _ Oxígeno, anhídrido carbónico, nitrógeno, además de otros productos de desecho del metabolismo como el ácido úrico.

Bajo condiciones de O.H.B., se obtiene rápidamente la saturación de hemoglobina, y a partir de ese punto, todo el remanente de oxígeno circula en estado de disolución plasmática. Con todo ello, se incrementa más de 23 veces, el transporte plasmático de oxígeno... un oxígeno libre que accede a los tejidos por difusión simple.

Es un oxígeno no ligado a la hemoglobina y por tanto, no limitado a factores que impidan el acceso de los hematíes a la circulación capilar terminal o por trastornos metabólicos como puede ser la diabetes, ni por efectos tóxicos de sustancias contaminantes como el monóxido de carbono...

Dentro de la O.H.B. cabe nombrar como no, el llamado **Efecto Robín Hood**, y que viene a decirnos:

--La vasoconstricción periférica hiperbárica, es un mecanismo de defensa frente a la hiperoxia y por tanto solo afecta a los tejidos sanos. Esto hace, que el territorio afectado por hipoxia se beneficie del volumen plasmático (volumen de plasma en los vasos sanguíneos) derivado a expensas de los territorios sanos, fenómeno conocido como "robo arterial ": el tejido sano, el rico, sobrealimenta al pobre, al hipóxico (falta en oxígeno)

Así mismo, la O.H.B. restablece el mecanismo dependiente de oxígeno que está abolido en condiciones de hipoxia tisular propias de las infecciones crónicas de partes blandas y rompe el círculo: Hipoxia _ Infección _ Necrosis _ Hipoxia.

Si la O.H.B. se aplica de la forma y en el momento adecuado en los Centros Hospitalarios con personal especializado, **la aparición de efectos secundarios es muy poco frecuente y siempre previsible.**

EFFECTOS TERAPÉUTICOS DE LA O.H.B.

La O.H.B. estimula la angiogénesis (el desarrollo del sistema vascular) y la formación de tejido de granulación (tejido conjuntivo joven) en tejidos faltos de oxígeno y que tienen la capacidad de cicatrización alterada.

Cuando hay un “sustrato “(o base) patológico, la presión elevada de oxígeno desencadena mecanismos especiales para hacer frente a aquella situación, lo que da lugar a que aparezcan los efectos indirectos o terapéuticos de la Oxigenoterapia hiperbárica.

Dichos efectos, abren camino a una larga serie de indicaciones médicas.

INDICACIONES que las podemos escalonar en tres apartados diferentes y bien definidos:

1.- INDICACIONES PREFERENTES.

Aquellas enfermedades en las que la O.H.B. constituye el único tratamiento eficaz o posee un efecto esencial, junto con otras intervenciones terapéuticas.

2.- INDICACIONES COMPLEMENTARIAS.

Enfermedades en las que la O.H.B. NO es imprescindible ni esencial, pero que posee una acción beneficiosa probada en estudios clínicos y experimentales.

3.- INDICACIONES EXPERIMENTALES.

Situaciones en las que la O.H.B. puede tener un efecto terapéutico aceptable o interesante en algún aspecto de la enfermedad, basado en una hipótesis terapéutica consistente, con un sistema de control y evaluación de resultados definido y aplicable a estudios controlados.

A continuación, vamos a encuadrar en las tres indicaciones anteriores, una serie de patologías que nos van a dar una idea general de la aplicación en Cámara Hiperbárica de la O.H.B.

1.- **Indicaciones preferentes.**

Embolismo gaseoso...

Entrada de aire en el torrente circulatorio debido a diferentes causas: intervenciones quirúrgicas, traumatismos, fracturas...

Produce diferentes alteraciones en el organismo; también puede ocurrir en el buceo y es el pasaje de nitrógeno a la sangre. El nitrógeno a altas presiones, es un gas letal.

Cabe destacar dentro de estas indicaciones la llamada “Ventana de oxígeno”, el aumento de la presión parcial de oxígeno y la reducción a cero de la del nitrógeno, aceleran la reabsorción de los émbolos gaseosos a favor de gradiente hasta lograr su eliminación.

La terapia hiperbárica es el único tratamiento etiológico de la embolia gaseosa de cualquier origen. El aumento de la presión ambiental dentro de la cámara hiperbárica, produce de inmediato una disminución del volumen del aire embolizado, es decir, del aire que ha pasado al torrente sanguíneo.

Intoxicación por monóxido de carbono (CO)...

El CO es un gas inodoro, insípido que no irrita las vías respiratorias, es inflamable y puede explotar.

Como su densidad es muy similar a la del aire, difunde por el medio ambiente con gran rapidez.

Se absorbe y elimina por vía pulmonar. Su afinidad por la hemoglobina es 200 / 250 veces mayor que la del oxígeno...y como el monóxido de carbono aparece en todas las combustiones mal ventiladas, la intoxicación por este gas representa la primera causa de mortalidad por intoxicación en el mundo.

El CO provoca una intoxicación especialmente insidiosa, es decir, un daño potencial. Sus síntomas suelen ser discretos e inespecíficos (astenia, náuseas, cefaleas...), pero van derivando en otros de mayor gravedad y que evolucionan hacia un coma hipertónico, con signos de irritación piramidal (de órdenes motoras).

Las complicaciones a largo plazo son, sobre todo, neuropsiquiátricas, destacando entre ellas, el Síndrome Neurológico Tardío (alteraciones neurológicas o del comportamiento), el cual, puede prevenirse con la utilización de la O.H.B.

El oxígeno es el tratamiento específico de referencia reconocido en éste tipo de intoxicación. Se recomienda pues, su utilización cuando hay unos niveles sanguíneos de carboxihemoglobina (unión de la hemoglobina con el monóxido de carbono) superiores al 20%, y en el caso de mujeres gestantes sea cual sea la cifra.

Accidentes por descompresión...

Accidentes disbáricos de los buceadores (entre otros trabajadores del aire comprimido), en los que se produce un fenómeno de infiltración nitrogenada en algunos tejidos ricos en grasa y poli-micro-embolismo aéreo multifocal debido a la sobresaturación tisular de nitrógeno.

La presencia de burbujas en la sangre, da lugar a alteraciones hemodinámicas y reológicas (del movimiento de los fluidos), que conducen a un estado de hemoconcentración, hipovolemia (disminución del volumen circulante de sangre u otros líquidos dentro del sistema cardiovascular) y coagulopatía (trastorno del sistema de coagulación).

La O.H.B. acelera la reabsorción del nitrógeno intersticial, que circula entre las células de los tejidos; disminuye el volumen de las burbujas que producen las embolias y combate la hipoxia tisular.

Gangrena gaseosa...

Infección de partes blandas con necrosis muscular, entre otros síntomas y / o signos... originada la mayor parte de las veces por la bacteria "Clostridium perfringens", que produce numerosas toxinas de gran virulencia.

La O.H.B. *bloquea de inmediato la producción de toxinas*, mejora la oxigenación tisular, permitiendo diferenciar con mucha claridad, el alcance real de la infección. Debe aplicarse junto a un tratamiento antibiótico adecuado y un desbridamiento quirúrgico correcto (eliminación del tejido muerto, dañado o infectado, para mejorar la salubridad del tejido restante).

La causa más común de la aparición de esta bacteria, es la contaminación de la herida por tierra, fango, etc. La toxina involucrada en la gangrena gaseosa es la alfa-toxina, que se inserta en la membrana plasmática de las células.

2.- Indicaciones complementarias.

Infecciones necrosantes de partes blandas... (tejido graso, muscular, tendones, vasos sanguíneos...)

La O.H.B. NO constituye el tratamiento de preferencia en este tipo de infecciones, pero tiene una EFICAZ ACCION COMPLEMENTARIA junto con los antibióticos y la cirugía, ya que aumenta la oxigenación tisular de la zona necrosada con lo que interfiere el crecimiento de los gérmenes anaerobios (de aquellos gérmenes que no pueden vivir o desarrollarse con la presencia de oxígeno).

Tratamientos agudos de partes blandas, síndrome de aplastamiento...

En los grandes traumatismos de partes blandas, se ven afectados diversos tejidos en los que se produce hipoxia local secundaria a un déficit del flujo sanguíneo y disminución de la capacidad de transporte del oxígeno y demás nutrientes.

La aplicación de la O.H.B. aumenta la oxigenación plasmática, reduce el edema facilita el papel de la cirugía, en caso necesario, mejora la recuperación funcional de los tejidos y aumenta la biodisponibilidad de los antibióticos.

La pauta a seguir en este tipo de lesiones es, sesiones de 90 minutos a 2,5 atmósferas de presión, junto con los demás tratamientos.

Osteomielitis crónicas...

La osteomielitis (infección del hueso o médula ósea, de naturaleza por lo común estafilocócica) pueden, en ocasiones, evolucionar de forma rebelde a todos los tratamientos, con lo que la enfermedad se prolonga durante un tiempo indefinido.

Esta evolución por parte del germen y a la ineficacia de los mecanismos naturales de defensa frente a un área inaccesible, hipóxica y con nula biodisponibilidad de los antibióticos, hace que la O.H.B. demuestre su eficacia en el tratamiento.

Estas infecciones crónicas y de larga evolución, hacen que los tratamientos en cámara hiperbárica, sean prolongados, pero altamente eficaces.

Retardos de cicatrización...

La cicatrización es un proceso dependiente de oxígeno.

Los trastornos tróficos de larga evolución que presentan muchos pacientes debido a patologías como las vasculopatías periféricas, pueden mejorar con la O.H.B.

Una situación especial la constituye el llamado “pie diabético”, una enfermedad que da lugar a frecuentes amputaciones de las extremidades.

La O.H.B. restaura los procesos de nueva formación de los vasos sanguíneos que están abolidos como consecuencia de la hipoxia, lográndose en muchos casos, la total cicatrización del proceso.

Lesiones radioinducidas de hueso, partes blandas y mucosas...

Este tipo de lesiones sufre un deterioro progresivo hacia la necrosis (o muerte celular) sin remisión espontánea.

Con la O.H.B. se consigue estimular la neovascularización y la nueva formación de colágeno (proteína más abundante de nuestro organismo y uno de los principales componentes de las articulaciones, piel, dientes, encías, músculos y de otras estructuras de nuestro cuerpo... nos aporta flexibilidad, resistencia...) en las zonas con déficit de oxígeno.

La O.H.B. establece un gradiente tensional tisular de oxígeno necesario para que el organismo reconozca la zona como lesión y ponga en marcha los mecanismos reparadores naturales.

3.- Indicaciones experimentales.

Retinopatías...

La O.H.B. enriquece la circulación coroidea (la coroides es la capa de vasos sanguíneos y tejido conectivo, situada entre la parte blanca del ojo y la retina y que suministra nutrientes a las partes internas del ojo), con lo que hay “posibilidad de mejoría”.

Hipoacusia...

Sordera súbita en muchos casos permanente, que se produce por una situación de anoxia (falta de oxígeno) o por una hipoxia (disminución del oxígeno) de las células de la cóclea (cavidad cónica del oído interno).

La O.H.B. ha demostrado un efecto favorable en aquellos pacientes que han recibido la terapia, pero no siempre está en relación con la precocidad del tratamiento ni tampoco con el cuadro deficitario.

Encefalopatía hipóxico – isquémica...

Síndrome de disfunción cerebral causado por múltiples etiologías y que, en muchos casos, suele ser irreversible.

Con la O.H.B. las células necróticas captan el oxígeno plasmático que se les transfiere por difusión simple, con ello, podrían las neuronas recuperar total o parcialmente su actividad normal.

**LA APLICACIÓN DE LA O.H.B. DEBE REALIZARSE SIEMPRE EN FUNCION DE LAS
RECOMENDACIONES DE LOS COMITES DE EXPERTOS.**

Indicaciones sin fundamento...

Ningún estudio ha demostrado que la O.H.B. retarde el envejecimiento celular, ni mejore la tersura de la piel, disminuya las alteraciones conocidas como “jet – lag” (descompensación horaria) o acelere el tiempo de cicatrización de heridas quirúrgicas en personas sanas.

---- Cabe hacer referencia, como no, a la aplicación de la oxigenoterapia hiperbárica, en la ONCOLOGIA RADIOTERAPICA.

De forma progresiva desde comienzos del siglo XXI, un 40 % de los pacientes que reciben tratamiento en la U.T.H. (Unidad de Terapia Hiperbárica), son pacientes Oncológicos.

En enfermos con riesgo radio-necrótico, es decir, en pacientes sometidos a radioterapia y que ven lesionadas las zonas circundantes a un tumor específico, han visto, que la aplicación de la oxigenoterapia hiperbárica, ha demostrado ser la más eficaz arma en la prevención de las anteriormente citadas lesiones radio inducidas de los tejidos sanos.

La radioterapia al mismo tiempo que elimina las células malignas, puede afectar a los tejidos sanos cercanos y como consecuencia, pueden aparecer efectos secundarios no deseados que se producen al aumentar la intensidad de dosis en la radiación para un adecuado control local de la tumoración.

La necrosis es la muerte patológica de un conjunto de células o de cualquier tejido en un organismo vivo.

El efecto de la O.H.B. NO ES PALIATIVO O TEMPORAL, SINO QUE ES RESOLUTIVO Y CURATIVO de una lesión, que no volverá a producirse si el paciente no es irradiado de nuevo.

Restablece la epitelización (curación dérmica y del tejido epidérmico) de forma permanente y contrarresta el mecanismo etiopatogénico de la lesión radioinducida, es decir, la formación o desarrollo de una lesión, debida a la radioterapia.

Este tratamiento no es experimental, sino que es una terapéutica consolidada y da lugar a una mejor calidad en la vida de los pacientes.

El impacto económico de la O.H.B. en la Asistencia Pública, es altamente rentable si se mide en acortamiento de los días de hospitalización, reducción del consumo de fármacos, limitación de exploraciones complementarias y, sobre todo, en la racionalización de terapéuticas paliativas y que la persistencia de secuelas que podrían haberse evitado, grava de forma elevadísima y preocupante en los recursos sanitarios públicos.

La Oxigenoterapia Hiperbárica (O.H.B.) es una terapéutica antigua que se ha utilizado en varias indicaciones.

Gracias a estudios clínicos y experimentales realizados progresivamente, se han podido comprender todos los mecanismos de acción para poder mejorar o curar completamente, todas aquellas patologías que deterioran de una u otra manera nuestro organismo.

El oxígeno administrado en un ambiente presurizado y dentro de una cámara hiperbárica, actúa como un auténtico fármaco, garantizando unos niveles de oxigenación imposibles de conseguir por otros medios.

Además de todo lo anteriormente dicho, **LA BIOLOGIA MOLECULAR Y LA GENETICA**, están dotando a la Medicina Hiperbárica de unas bases científicas y racionales.

Poder descender hasta el nivel de los genes, nos va a permitir no solo unos tratamientos más eficaces, sino explorar todos los confines y posibilidades del oxígeno hiperbárico en nuevas patologías.

La Biología Molecular es la ciencia que se dedica al estudio de la composición, el desarrollo, las relaciones y el funcionamiento de los organismos vivos desde un punto de vista molecular, que, junto con la genética, se interesa por la estructura y funcionamiento de los genes y por la regulación de la síntesis intracelular de las enzimas y otras proteínas.

La Genética estudia cómo se transmiten los caracteres de padres a hijos, es una rama de la biología.

La Medicina Hiperbárica, como vemos, va más allá del tratamiento de aquellas patologías que están bien definidas... su futuro es muy prometedor.

Para la realización de todo lo anteriormente descrito, La Subcomisión de Docencia del Comité Europeo de Medicina Hiperbárica (E.C.H.M), definió en 1.994 el programa unificado de formación del personal sanitario de los Centros de Medicina Hiperbárica para todos los países de la U.E., en tres niveles de calificación:

---- Niveles D1 y H1, corresponden a la iniciación en Medicina Subacuática y Medicina Hiperbárica.

---- Niveles D2 y H2, corresponden al nivel profesional de exigencia mínima para prestar servicio en un Centro de Medicina Hiperbárica bajo la dirección y tutela de un experto / consultor en posesión de los niveles D3 y H3

El E.C.H.M. revisa y actualiza este programa de formación continuada.

CONCLUSIONES

Una vez ya analizados todos los beneficios y descrito los procedimientos de esta “gran desconocida terapia “, llegamos a un breve, pero intenso resumen.

1.- La cámara hiperbárica.

Compartimento presurizable rígido o flexible, de dimensiones y capacidades variables, capaz de mantener una presión varias veces superior a la presión atmosférica.

2.- Terapéutica hiperbárica.

La utilización de la cámara hiperbárica para el tratamiento de enfermedades, ya sea con oxígeno o con aire presurizados.

3.- Oxigenación hiperbárica.

Aumento del contenido de oxígeno en la sangre y los tejidos, obtenido al respirar oxígeno dentro de la cámara hiperbárica con el objetivo de mejorar, restablecer o potenciar las condiciones fisiológicas y / o los mecanismos autónomos de defensa del organismo.

4.- Oxigenoterapia hiperbárica.

Utilización de presiones elevadas de oxígeno dentro de una cámara hiperbárica para el tratamiento o prevención de determinadas enfermedades.

5.- Sesión de tratamiento.

Período de tiempo durante el cual, el enfermo o paciente está sometido a una terapia hiperbárica.

6.- Tratamiento hiperbárico.

Conjunto de sesiones que un paciente recibe para el tratamiento de su enfermedad.

7.- Tandas de tratamiento.

Conjunto de sesiones que se le aplican a un paciente.

BIBLIOGRAFÍA

-- Material de la U.T.H. (Unidad de Terapia Hiperbárica).

-- Revistas de Formación Médica Continuada, dirigidas por el Doctor D. Jordi Desola, Jefe del Servicio de la U.T.H de Barcelona, Doctor en Medicina, Director del Máster en Medicina Subacuática e Hiperbárica de Barcelona, entre otras muchas especialidades médicas.

-- Diccionario "Masson" de Ciencias Médicas.

-- Artículos:

Artículos de Medicina Hiperbárica y O.H.B recopilados de la Biblioteca del H.G.U.CS (Hospital General Universitario de Castellón)

WEBGRAFÍA:

[https://www.infosalus.com/.../noticia hiperbárica beneficios terapia oxigeno](https://www.infosalus.com/.../noticia_hiperbárica_beneficios_terapia_oxigeno)

[https://www.el mundo.es_inicio_España_Comunidad Valenciana_Castellón](https://www.el_mundo.es_inicio_España_Comunidad_Valenciana_Castellón)

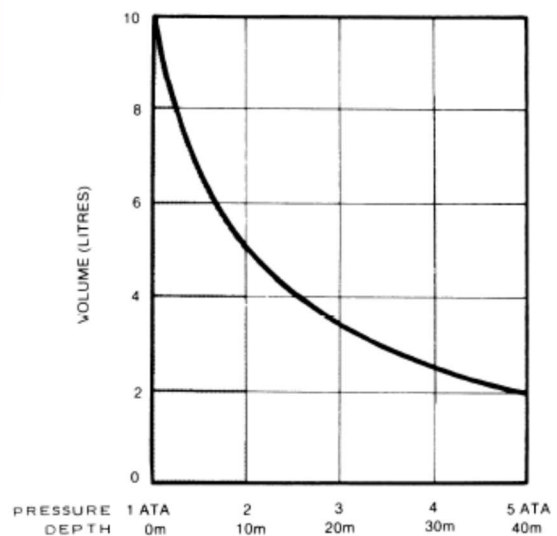
ANEXOS FOTOGRÁFICOS

ANEXO 1. LAS LEYES FÍSICAS

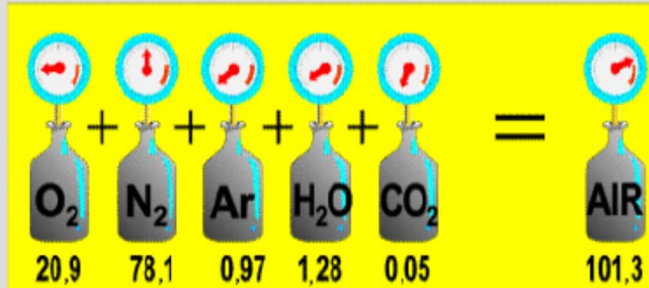
Cambios de Presión y Volumen

- La Ley de Boyle describe esta relación
 - “Si la temperatura permanece constante, el volumen de una masa de gas es inversamente proporcional a la presión absoluta”
 - $PV=K$ o bien $PV=P'V'$
 - 5 litros a 2 ATA = 10
 - 2 litros a 5 ATA = 10
 - 1 litro a 10 ATA = 10 son equivalentes

Ley de Boyle



Ley de Dalton

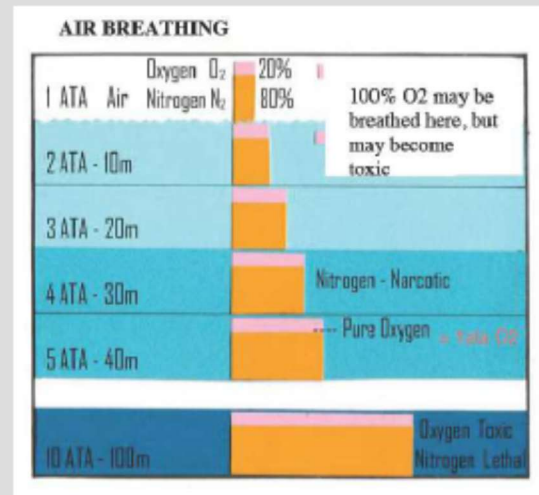


Ley de Dalton

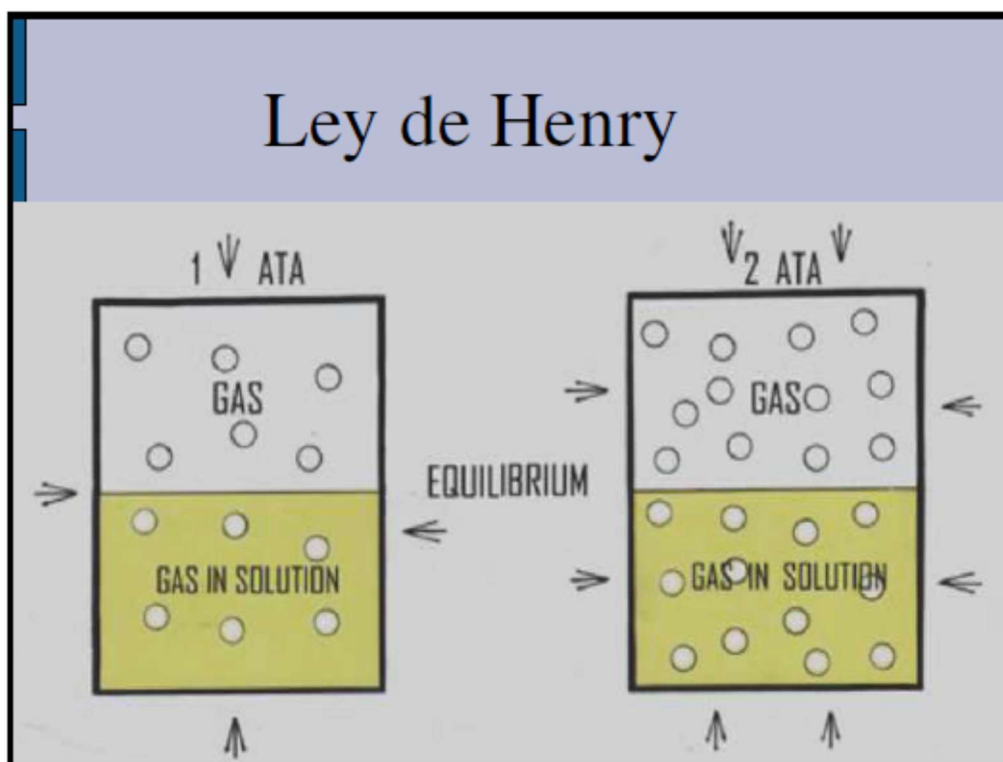
$$P_{\text{gas}} = F_{\text{gas}} \times P_{\text{total}}$$

$$P_{\text{pO}_2} = 0,21 \times P_{\text{total}}$$

$$P_{\text{pN}_2} = 0,79 \times P_{\text{total}}$$



Ley de Henry



ANEXO 2. LISTADO DE CÁMARAS HIPERBÁRICAS MULTIPLAZA EN ESPAÑA



ANEXO 3. LA CÁMARA HIPERBÁRICA DEL HOSPITAL GENERAL DE CASTELLÓ



COMPRESOR



SECADORA



ENFRIADORA



FILTROS DE AIRE



VALVULAS ATAQUE Y EXHAUSTACION



VALVULAS



SAS



FILTROS Y ATAQUE AIRE

