

APLICACIONES DE LA OHB EN EL DEPORTE

Helena Estopá Pujol

Médico Especialista en Medicina Subacuática e Hiperbárica
XV Jornadas N. Medicina Marítima, 18-10-2013 Cadiz

OHB Y DEPORTE



Los conocimientos provenientes de la medicina de la actividad física y del deporte no sólo han mejorado la consolidación de sus bases y referencias en este ámbito, sino que han aumentado la presencia de formas alternativas de tratamiento con el objeto de mejorar el tiempo de recuperación de la lesión deportiva.

Uno de estos tratamientos es la utilización de **oxígeno hiperbárico** mediante

OXIGENOTERAPIA HIPERBÁRICA (OHB)

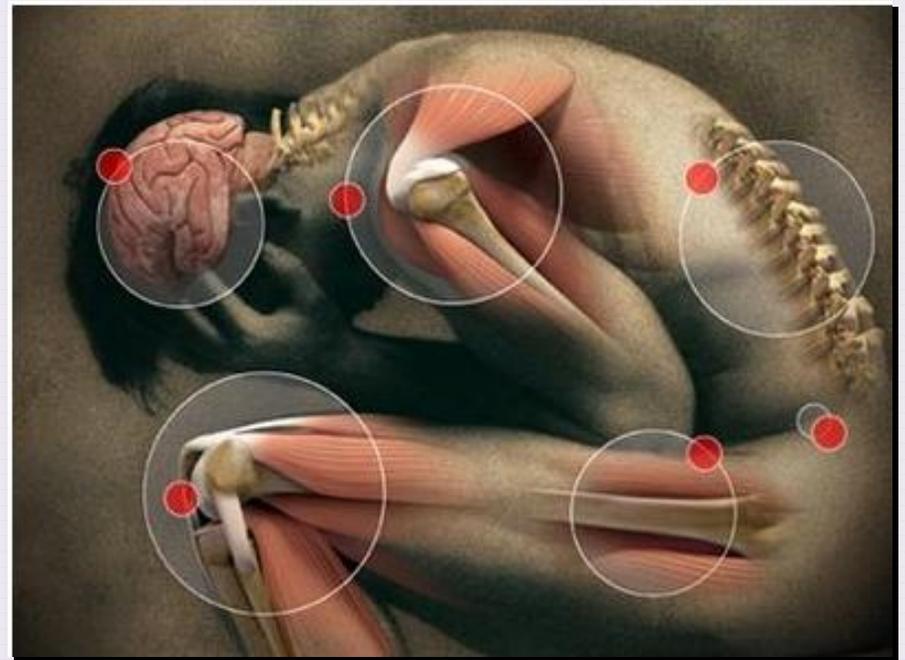
que se ha utilizado para :

- ✓ *Promover la recuperación de lesiones ligamentosas y musculo-esqueléticas.*
- ✓ *Mejorar aspectos inherentes al entrenamiento y rendimiento deportivo.*

LESIONES DEPORTIVAS

Cuando un sujeto se lesiona, la zona afectada tiene una disminución del aporte de oxígeno debido a:

- ✓ vasos lesionados
- ✓ efecto de la inflamación
- ✓ alteración de la permeabilidad vascular



Lesiones deportivas

El objetivo principal del tratamiento con OHB es eliminar este débito de aporte de oxígeno a la lesión.

PRESIÓN ARTERIAL DE O₂

TEJIDO NORMAL	TEJIDO LESIONADO
40-45 mm Hg	5-15mm Hg

Lesiones deportivas

En condiciones normales, a **1 ATA** (atmosfera de presión absoluta), el 98,4% del oxígeno se une a la hemoglobina y la porción restante se disuelve en el plasma.

En condiciones de tratamiento hiperbárico, a **2 y 3 ATA**, el oxígeno disuelto en plasma es de un 3,8 y un 6,8% respectivamente, y la PaO₂ es de 1400 y 2200 mm Hg frente a los 40 de reposo.

Lesiones deportivas



Durante la fase inflamatoria de la recuperación, la **OHB** reduce el edema y la inflamación alrededor del tejido lesionado.

Se ha establecido el efecto positivo de realizar este tratamiento en las **primeras 48 horas** postisquemia.

La OHB

- promueve la **Neovascularización**
- aumenta la proliferación de **fibroblastos** y
- la formación de **colágeno**

Parece ser que estos vasos neoformados son **mayores y de mejor calidad** en aquellos sujetos tratados con OHB frente a los controles.

Lesiones deportivas

Así, en un estudio se demuestra:

Una mejora del *tiempo de recuperación* y de la *calidad de los ligamentos* sometidos a **2 ATA** en 6 sesiones durante 2 semanas

frente a tratamientos a presiones inferiores, incluso de más duración

Lesiones deportivas

El periodo de inicio del tratamiento debe ser corto, de pocas horas, con el objeto de limitar el proceso inflamatorio inmediato y su organización.



Fonsi Nieto. *Subcampeón Mundial de Motociclismo 250cc*

Lesiones deportivas

Los criterios de tratamiento de la lesión deportiva de **tejidos blandos** son:

- Diagnóstico preciso de la lesión
- Inicio del tratamiento el mismo día de la lesión (<24 h)
- Tratamiento >2 ATA (ideal 2,5-3 ATA)
- Duración de la sesión 60-90 minutos
- Duración del tratamiento 1 /día durante 2 semanas
- Reevaluación de la lesión siempre

Lesiones deportivas

Los tejidos con perfusión reducida, como el *tendón* o los *ligamentos*, se benefician más de la aplicación de la OHB cuando esta aplicación es **rápida** (< 24 h) y la magnitud de la lesión no es exagerada (según estudios referenciados).



OHB Y DEPORTE

La **OHB** puede optimizar el proceso de recuperación del músculo, el ligamento o el tendón lesionado.



Nunca debe hacerse este tratamiento sin la orientación y el seguimiento de un **médico especialista en Medicina Hiperbárica**, el cual debe estar y controlar el tratamiento y la aplicación de este.

EFECTOS DE LA OHB EN EL RENDIMIENTO FÍSICO

También se ha propuesto la utilización de la OHB en la **recuperación de la fatiga.**

Esto se fundamenta en que un aumento de la aportación de oxígeno al músculo en el estado de fatiga, o en el momento de la recuperación muscular, estimula la actividad celular, aumenta la síntesis de ATP y promueve el metabolismo y la eliminación de las sustancias que facilitan o provocan la sensación de fatiga.





En condiciones de respiración a presión atmosférica normal, la mayor parte del **transporte de O₂ es efectuado por la Hb** siendo su grado de saturación normal de 96-98%.

Un aumento de la PO_2 alveolar conduce a unos aumentos de la concentración de la oxihemoglobina arterial, hasta que la Hb se encuentre completamente saturada de O_2 , teniendo lugar esta saturación a un 100-200mmHg PO_2 .

Sin embargo la cantidad de O_2 disuelto en forma física en la fracción líquida de la sangre **puede ser elevada de forma indefinida** en proporción directa al aumento de la presión parcial de O_2 .

FISIOLOGÍA DEL DEPORTE

Con una sangre provista de una suficiente **cantidad de O₂ disuelto** en el plasma, las **necesidades de O₂** para llegar a cubrir las demandas metabólicas pueden conseguirse a expensas de ese **O₂ disuelto transportado** por la sangre. En este caso, la oxihemoglobina pasaría a lo largo del trayecto capilar **sin ceder su O₂** de forma que podría apreciarse la existencia de oxiHb en el sector venoso.

2

Fisiología del deporte

Desde hace unos 40 años se ha considerado que esto podría suceder a unas presiones por encima de las 3 ATA por lo que se ha estimado esta cifra como el límite superior de presión en que se podría respirar O₂ puro con la seguridad de no incurrir en el cuadro tóxico.



Fisiología del deporte

El O₂ juega un papel importante en la fisiología del ejercicio.

La demanda de O₂ en el cuerpo puede incrementarse dramáticamente durante el curso del ejercicio.

Consumo normal	300 ml/min
Ejercicio moderado	3000 ml/min
Alta competición	6000 ml/min

Esto se logra aumentando la ventilación alveolar, durante la actividad física vigorosa, pero la Po₂ alveolar se mantiene en 104mm Hg.



Durante el ejercicio físico, **los requerimientos de O₂** del cuerpo pueden llegar a aumentar hasta **en 20 veces más**, sin alteración de la oxigenación; sin embargo hay **HIPOXIA TISULAR** en algunos de los músculos que se encuentran trabajando.



El ejercicio vigoroso puede ser considerado como un EPISODIO HIPOXEMIANTE

Fisiología del deporte

Consideraremos que el ejercicio físico es **realmente hipóxico** cuando la pO_2 caiga a niveles críticos ($<60\text{mm Hg}$).

El ejercicio es hipóxico bajo las siguientes condiciones:



- ✓ Ejercicio vigoroso en ambiente normóxico
- ✓ Ejercicio en elevadas altitudes
- ✓ Pacientes con EPOC

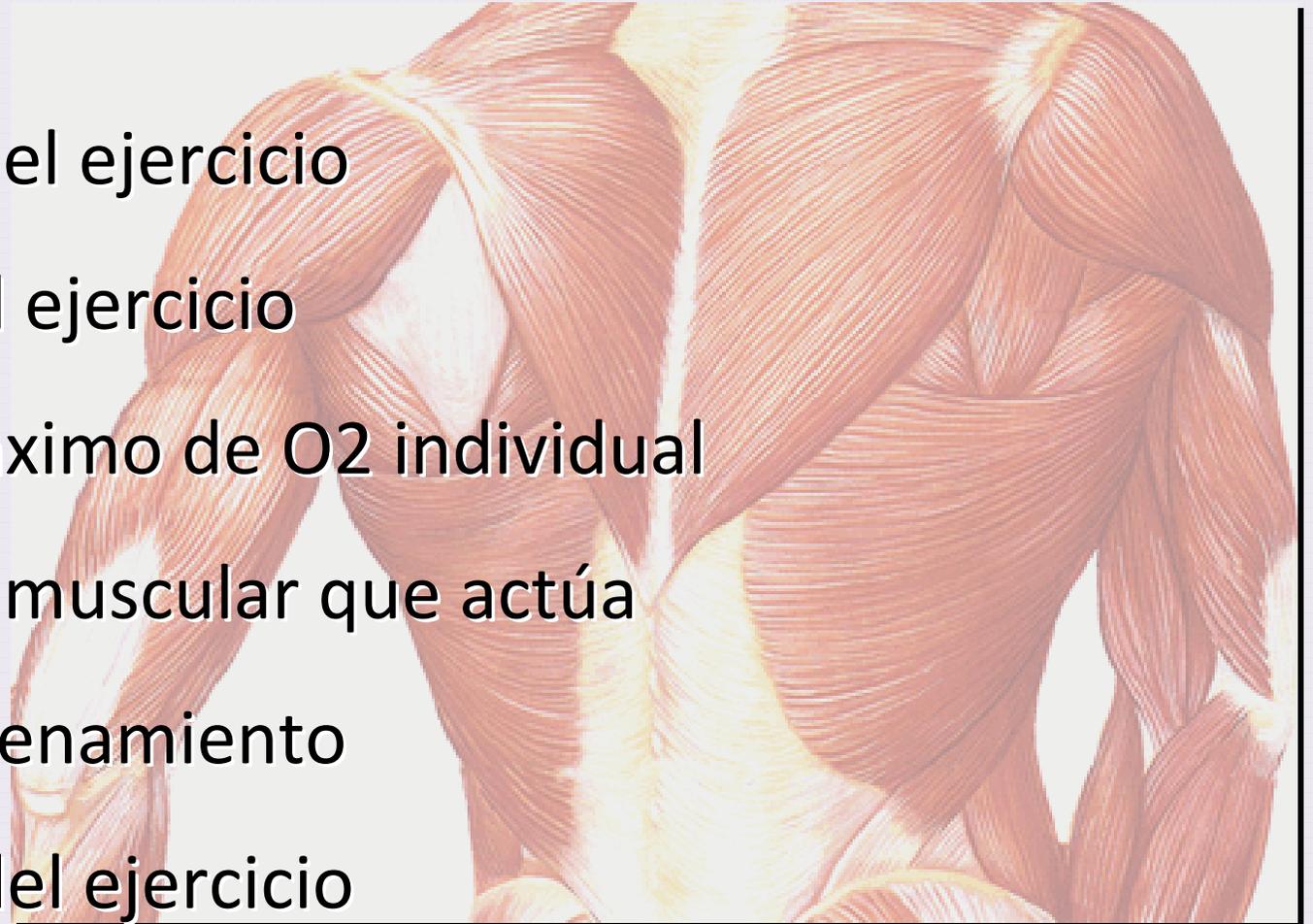
RADICALES LIBRES

Cuando se aumenta el consumo de O_2 por los tejidos, un pequeño porcentaje no es utilizado en el metabolismo celular y sigue la vía de la reducción univalente, formándose los RADICALES LIBRES y más específicamente las especies reactivas de oxígeno (ERO) altamente *tóxicas y reactivas*, que provocan daño, a no ser que se eleve también paralelamente la efectividad del *sistema antioxidante*.

Radicales Libres

Durante el ejercicio en la formación de ERO (RADICALES LIBRES) influyen:

- ✓ La intensidad del ejercicio
- ✓ La duración del ejercicio
- ✓ El consumo máximo de O_2 individual
- ✓ El tipo de fibra muscular que actúa
- ✓ El nivel de entrenamiento
- ✓ La modalidad del ejercicio



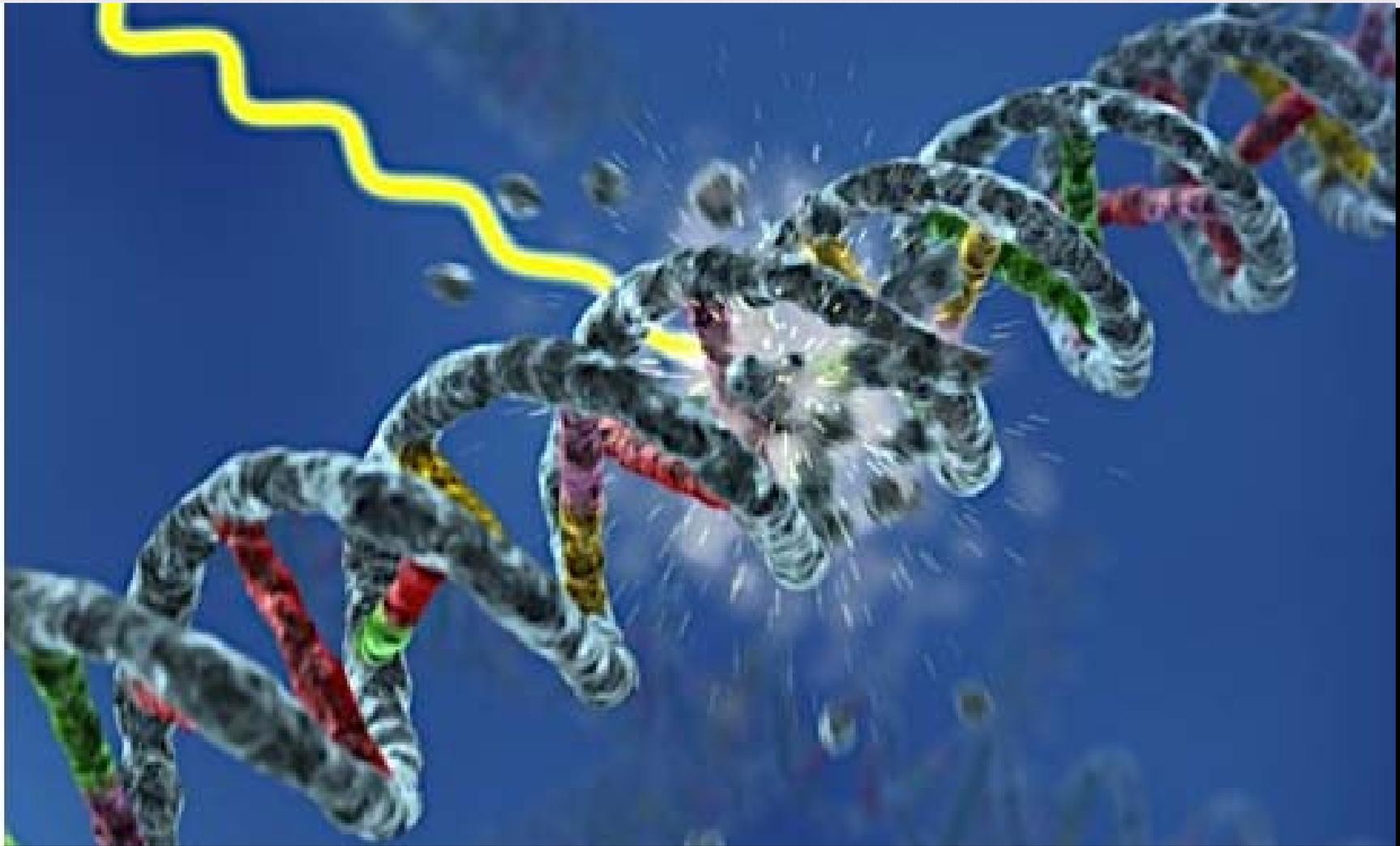
OVERTRAINING

Si el entrenamiento se llega a realizar de forma no controlada y sobrepasamos la capacidad individual, se multiplican peligrosamente la producción de las **ERO** produciéndose el conocido **OVERTRAINING**.



Radicales Libres

La agresividad de las ERO se realiza a través de la peroxidación lipídica, oxidación proteica y daño al DNA.



Radicales Libres

- El **OHB** se comporta como una droga con múltiples efectos que dependen de la dosis administrada como demuestran estudios tanto en animales de laboratorio como en humanos, a presiones no superiores a los **3 ATA** y por tiempo no superior a las **2 horas**, el OHB:
- Aumenta la oxigenación en los territorios isquémicos con lo que **disminuye la producción de radicales libres.**
- **Aumenta la producción de la Superoxidodismutasa** , con lo que se consigue contrarrestar los radicales libre generados .
- Ahora bien, si las dosis administradas superan los valores señalados, el OHB empieza a comportarse como un tóxico (lesiones en pulmón y cerebro).

RENDIMIENTO DEPORTIVO CON OHB

Buscando elevar el rendimiento en las competiciones, se ha realizado desde hace varias décadas, el **entrenamiento en altura**, basándonos en que la disminución de la presión parcial de O₂ (hipoxia), en el aire de la montaña (o en una cámara hipobárica) provoca cambios considerables en el transporte de O₂ a expensas del incremento de la cantidad de glóbulos rojos compensatoria, y que posteriormente a nivel del mar (o fuera de la cámara hipobárica) en la competición el atleta tendrá una cantidad extra de hemoglobina, y por consecuencia del O₂ transportado por ella, lo que aumentara el rendimiento deportivo.



Rendimiento deportivo con OHB

Si en lugar de realizar el entrenamiento en la altura, introducimos al atleta en una cámara hiperbárica, al aumentar la pO_2 se produce una hiperoxigenación del plasma (al aumentar el O_2 disuelto en el mismo),

y por tanto los tejidos recibirán mayor cantidad de O_2 , con lo que mejorará el rendimiento deportivo.
(En la media hora después)



Javier Melus. *Bronce Campeonato Mundo Piragüismo*

C. HIPÓXICA *versus* C. HIPERBÁRICA

CÁMARA HIPÓXICA Ejercicio en altura

- ✓ Disminución de la P. Parcial de O₂
- ✓ Cambios en el transporte de O₂
- ✓ Aumento de los glóbulos rojos
- ✓ Disminución del O₂



CÁMARA HIPERBÁRICA Principio opuesto

- ✓ Aumenta la PO₂
- ✓ Hiperoxigenación del plasma
- ✓ Aumento de O₂



Rendimiento deportivo con OHB

Durante el ejercicio con OHB, **Adams** et cols. encuentran:

- ✓ un incremento en la tolerancia al ejercicio
- ✓ un aumento de la carga energética (ADP, ATP)
- ✓ un aumento del potencial redox del tejido muscular

Se observa que **administrando OHB** a los atletas se puede incrementar la energía muscular, de modo que el atleta tiene una menor necesidad de O₂, la frecuencia cardíaca es más baja y la **recuperación más rápida**.



Alicia Álvarez. *Campeona España Squash*

ESTUDIOS CON OHB



La OHB en la preparación del atleta demostró un aumento significativo de la potencia anaerobia evidenciado por el **Test de Ergosalto** (Medición directa de la Potencia), encontrando:

- ✓ Aumento en el número de saltos
- ✓ Aumento de la altura media alcanzada

También se han realizado estudios en deportes como el voleibol donde se observa una **recuperación más rápida.**



Confalonieri et cols. valoraron **la eficacia de la OHB** en la práctica de la **NATACIÓN**, encontrando una reducción en el número de brazadas, debido a que cada brazada es más eficaz.

Estudios con OHB



También evidenciaron modificaciones:

En la fuerza por medio del Test de Bosco

De la capacidad anaerobia

De la potencia aerobia con el Test de Conconi

CÁMARAS HIPERBÁRICAS Y DEPORTISTAS

En los últimos tiempos están apareciendo en la **prensa** deportiva numerosos artículos sobre la utilización de las cámaras hiperbáricas para **aumentar el rendimiento** deportivo en los deportistas, así como, para el tratamiento de **lesiones deportivas**.



El redactor de MARCA, probando una cámara hiperbárica como la que ha usado Valentino Rossi y con la que ha podido acelerar en varias semanas su regreso al Mundial de Motociclismo.

MARCA PRUEBA SU 'TRUCO' HIPERBÁRICO

Así es el milagro de Rossi

Vale ha dado 20 sesiones en estas cámaras que aceleran un 50% la recuperación y hasta rejuvenecen, según los médicos

JANE MARTÍN

Es ciencia, pero parece un milagro. Cuando Valentino Rossi se rompió la tibia y el peroné el 5 de junio, el doctor Costa, de la clínica móvil, cifró la recuperación en seis meses. El galeno que le operó en Florencia, el doctor Buzzzi, la rebajó a cuatro meses.

Sin embargo, el italiano volverá a competir 41 días después. ¿Cuál es el secreto? La clave fue la cámara hiperbárica del hospital Santa María delle Croci de Rávena. Vale acudió allí durante más de 20 días en sesiones —estas sí secretas, no como sus test con la R1— de 110 minutos cada una.

Rossi hacía cada día 86 kilómetros en un coche conducido por Uccio, su amigo del alma, entre Tavullia y Rávena y se metía en una cámara hiperbárica multiplazas, aunque la reservaba sólo para él. Así, su herida cicatrizó mucho antes de lo normal. En una lesión, la sangre no circula bien, con lo que la zona se inflama, pero con oxígeno la sangre fluye mejor, se quita el edema y se regenera el tejido.

«La cámara ha sido fundamental. No es hacer proleptismo, pero es que estos aparatos salvaban hasta piernas. Le ha reaci-



CÁMARAS MÚLTIPLES

Roselli ha utilizado una de uso múltiple durante 20 jornadas desde su lesión el pasado 5 de junio, aunque la asignaba para él sólo.

vado el hueso», comenta el doctor Manuel Pérez Delgado, del hospital Xanit de Benalmádena, donde tienen una cámara igual a la de Rávena.

Para el galeno, y para todos los especialistas, fue vital que se comenzaran a dar sesiones nada más salir de la clínica donde le operaron. «La precocidad es muy im-

Cámaras Hiperbáricas y Deportistas

Selección venezolana de fútbol. Los dirigidos por César Farías realizaron por espacio de una semana, trabajos de adaptación a la altura en Mucuchíes, estado Mérida, bajo la supervisión del asistente técnico Marcos Mathías.

En ese lapso de preparación en la población andina, que se encuentra a 2.893 metros sobre el nivel del mar, los jugadores realizaron **sesiones en cámaras hiperbáricas** y de ozonoterapia para contrarrestar los 2.850 m de altura de la capital ecuatoriana.



Cámaras Hiperbáricas y Deportistas

En Chile, ya son muchos los deportistas que han utilizado la cámara, por diversas lesiones o necesidades deportivas, entre ellos, Kael Becerra, Carlo De Gavardo, Francisco “Chaleco” López, Fernando González, además de varios futbolistas.

MOTORES

"Chaleco" acelera su recuperación en cámara hiperbárica

El piloto nacional, que fue operado tras sufrir un grave accidente en el Rally Dos Sertoes, recuperó el 80% de la vista en el ojo izquierdo. Pronto volverá a los entrenamientos.

Cámaras Hiperbáricas y Deportistas

Arturo Sanhueza se mostró ilusionado en retornar a las canchas, luego de superar una fractura que lo mantuvo al margen del equipo por más de un mes.

Sanhueza hará sesiones equivalentes a sumergirse 12 metros en el mar

09 de Octubre de 2008 • 13:20

NOTICIA



TERRA.CL

SANTIAGO, octubre 09.- La fractura de **Arturo Sanhueza** comenzará a tratarse este jueves en la cámara hiperbárica del Hospital FACH con la idea de apurar su recuperación.

El capitán de **Colo Colo**, a quien se le diagnosticó una fractura de la rótula izquierda tras el duelo con **Universidad Católica** que inicialmente lo tendrá 45 días fuera-, buscará acelerar el proceso para llegar bien a los Play Offs.

Es por esto que desde hoy el volante deberá someterse a un tratamiento con 30 sesiones de una hora y media, en la cámara hiperbárica que tiene una mayor presión atmosférica.

Fue sometido a un tratamiento con cámara hiperbárica para superar el microdesgarro que padecía.

Cámaras Hiperbáricas y Deportistas

FÚTBOL

Con cámara hiperbárica apuran recuperación de Millar en Colo Colo

Positiva ha sido la evolución del microdesgarro que presenta el volante albo, y podría ser de la partida el sábado ante Huachipato a las 19.00 en el Monumental.

19/11/2008 - 15:13

 [IMPRIMIR](#)  [ENVIAR](#)

Rodrigo Millar, quien sufrió un microdesgarro en el partido de ida ante los acereros, se informó que fue sometido a un tratamiento especial utilizando una cámara hiperbárica, el mismo al que fue sometido Sanhueza y el ya recuperado Rodolfo Moya.

Cámaras Hiperbáricas y Deportistas

Deportivo de la Coruña, Juca y Guardado que hoy tienen su quinta sesión de oxigenoterapia en la cámara hiperbárica de un centro médico ubicado cerca del aeropuerto de Lavacolla. También se pasaron por las instalaciones para mantener su nivel de forma, Zé Castro y Rindaroy, que fueron descartados para la última convocatoria en Santander.

DEPORTIVO

Respirando con Juca y Guardado

Los dos jugadores del Dépor se pasan tres horas a la semana en una cámara hiperbárica para dejar atrás con oxigenoterapia su sucesión de lesiones musculares



Josh Hamilton, famoso jugador de beisbol de Texas, recupera sus lesiones con Oxigenación Hiperbárica.



Cámaras Hiperbáricas y Deportistas

Rossi tardó 32 días en recuperarse de su lesión de tibia y peroné con fractura abierta, cuando tenía un tiempo estimado de recuperación de 4 a 6 meses.



Pero las 20 sesiones en cámara hiperbárica supusieron una condición extraordinaria para su pronta recuperación.

Cámaras Hiperbáricas y Deportistas

MÁQUINA DE HACER MILAGROS

El uso de las cámaras hiperbáricas se va generalizando en los deportistas de élite. Rossi lo ocultó, pero De Puniet hasta permitió que le hicieran fotos en Marsella.



RANDY SE RECUPERA ANTES DE LA MISMA LESIÓN Y ESTARÁ YA EN BRNO

De Puniet gana a Valentino

El francés se sube a una moto a los 22 días, mientras que el italiano lo hizo a los 32 • Rossi corrió 43 fechas después, el galo empleará 32 • También ha usado una cámara hiperbárica y ultrasonidos

Randy de Puniet aprovechó la experiencia de Rossi y logró una mejoría aún más rápida y se subió a la moto 22 días después de sufrir una lesión similar a la del italiano.

Cámaras Hiperbáricas y Deportistas

FONSI NIETO

Ha seguido el ejemplo de otros pilotos como Valentino Rossi o Randy de Puniet para acelerar la recuperación de las lesiones que se produjo en el Gran Premio de Indianápolis.



Cámaras Hiperbáricas y Deportistas

FONSI NIETO

Después de su caída en Aragón, la lesión que arrastraba desde Indianápolis, que le supuso varias operaciones, sufrió un retraso en su cicatrización, por lo que finalmente Fonsi optó por iniciar un tratamiento en la cámara hiperbárica de **Oxigenarte** en Madrid.



Evolución en 2 días y 4 sesiones OHB

CASO CLÍNICO

ÁLVARO BAUTISTA

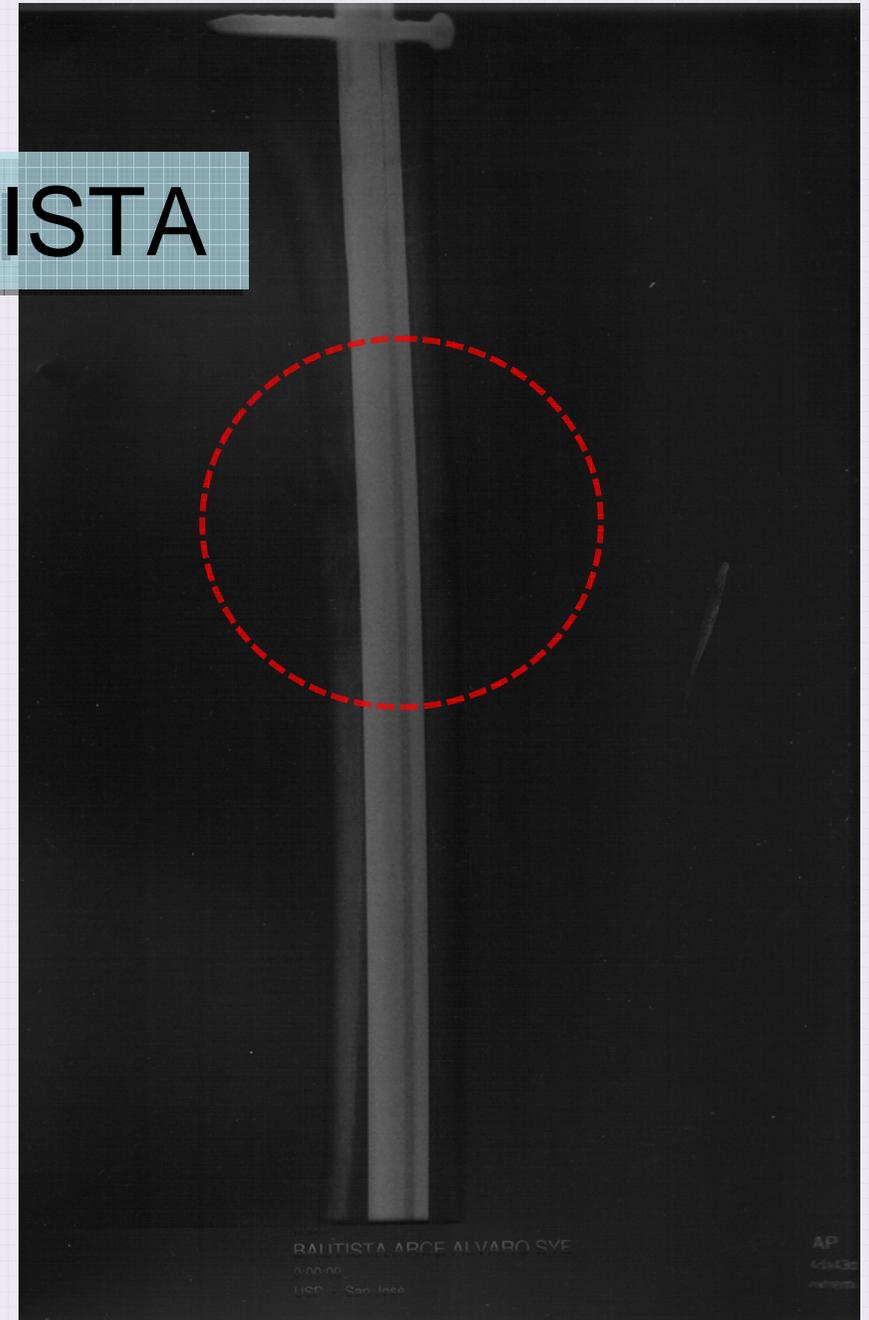


Sufre el 18 de marzo una caída en entrenamientos en el **Gran Premio de Qatar de MotoGP** que le produce una fractura transversal desplazada, de tercio proximal de su fémur izquierdo.

Fue atendido en Hamad Medical Corporation, quiénes llevan a cabo la cirugía urgente en dicho centro.

ÁLVARO BAUTISTA

Realizan la síntesis de la fractura de fémur mediante clavo endomedular con tornillos de encerrojado proximal y distal.



ÁLVARO BAUTISTA



Al día siguiente y ante la sospecha de que se estuviera desarrollando un síndrome compartimental por sangrado copioso dentro del muslo, los doctores decidieron practicar una apertura longitudinal desde la cadera hasta la rodilla para descongestionar la musculatura inflamada. Dicha incisión quedó abierta, y se intentó cerrar en una nueva cirugía 48 horas después. **Sin éxito.**

Caso Clínico

ÁLVARO BAUTISTA



A los 4 días se traslada a España con la herida abierta, se decide realizar nueva cirugía para proceder a reducir la musculatura cuadriceps que se encontraba herniada a través de la incisión abierta. **Con éxito.**

ÁLVARO BAUTISTA



www.oxigenarte.net

A los 4 días de la operación se inicia tratamiento en cámara hiperbárica, a la que se le deriva debido al alto riesgo de infección que el paciente presentaba.

ÁLVARO BAUTISTA

En la 2ª sesión desaparecen los hematomas y la cicatrización es perfecta así como la mejora en la formación del callo óseo.



El protocolo realizado ha sido el siguiente:

20 sesiones
2,5 ATA
75 minutos cada una

Caso Clínico

ÁLVARO BAUTISTA



Caso Clínico

ÁLVARO BAUTISTA

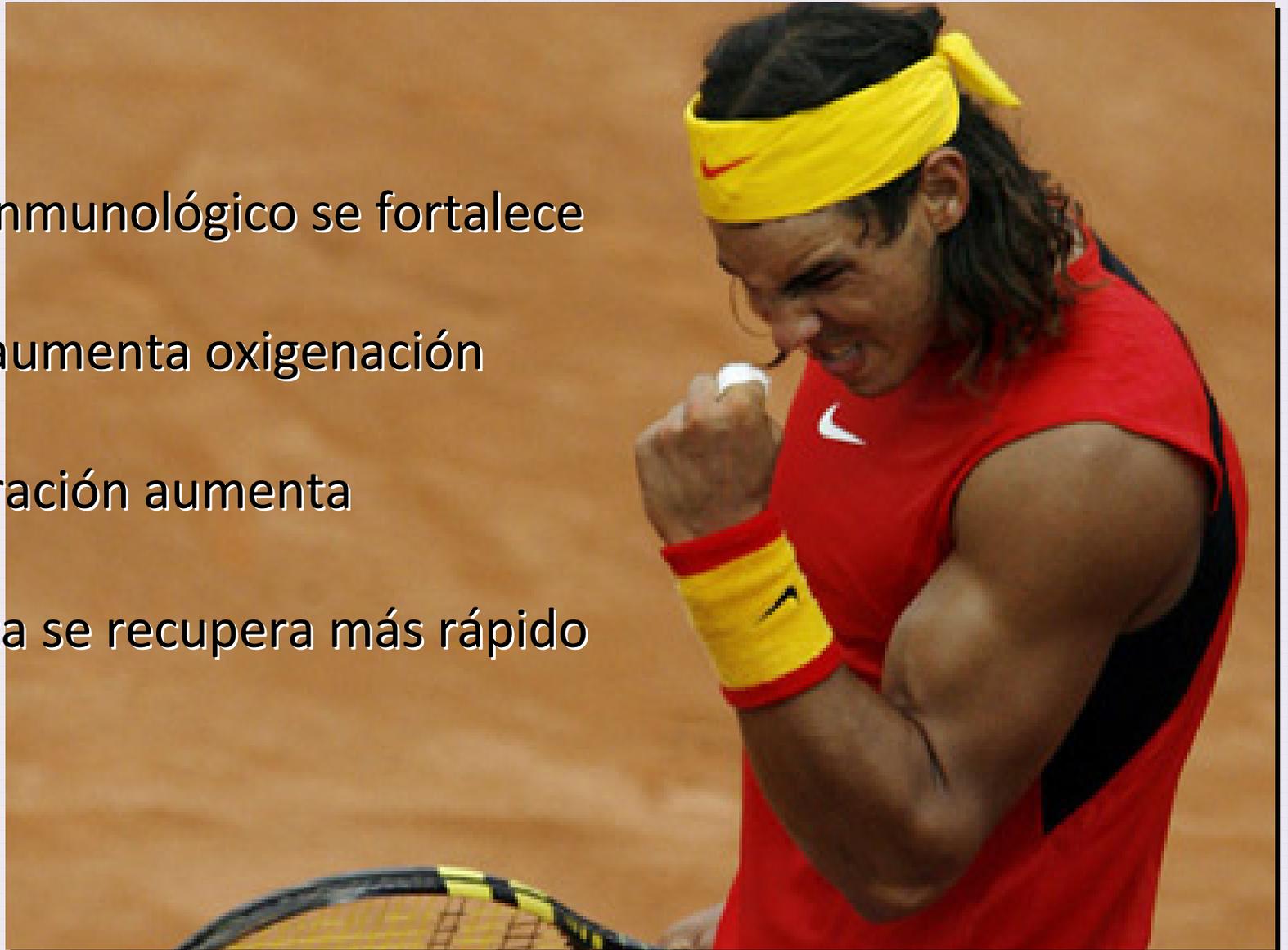


El 30 de abril reanuda sus entrenamientos en el Gran Premio de Portugal

CONCLUSIONES

La OHB en el deportista NO LESIONADO produce:

- ✓ El sistema inmunológico se fortalece
- ✓ El cerebro aumenta oxigenación
- ✓ La concentración aumenta
- ✓ El deportista se recupera más rápido



La OHB tiene efecto
ANTINFLAMATORIO y
ANTIEDEMATOSO



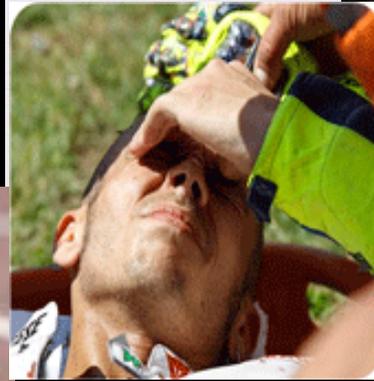
CONCLUSIONES

A photograph showing a row of white hyperbaric chambers in a clinical setting. The chambers are arranged in a line, receding into the background. The foreground chamber is the most prominent, with its door open, revealing a patient lying inside. The brand name 'PERRY' is visible on the side of the chamber. A control panel with a monitor is attached to the top of the chamber. The room has a polished wooden floor and a ceiling with recessed lighting and decorative panels.

Como consecuencia del **tratamiento con OHB**, ya no es necesario realizar entrenamiento a grandes alturas para la estimulación de glóbulos rojos, ya que **con la OHB** se consigue una mejor oxigenación de la sangre y los tejidos.

Conclusiones

Consideramos que las lesiones de los deportistas de alto rendimiento podrian ser tratadas con OHB.



AGRADECIMIENTOS



Agradezco a Ana de Dios y a Oxigenarte su ayuda y colaboración y a todos los deportistas que me han dejado utilizar su nombre

Muchas Gracias



www.oxigenarte.es

Cádiz 18/10/2013