



Entrenamiento en Hipoxia



PREVENCIÓN DE LESIONES Y RECUPERACIÓN ACELERADA CON **HIPOXIA-HIPEROXIA**



Optimización del
Return to Play en futbolistas

www.numablue.com

Manuel M. Taranilla

CEO NUMA y Experto en Entrenamiento en Hipoxia

Ebook revisado y editado por
Numa Blue, y su área NUMA
ACADEMY.
Edición 2024



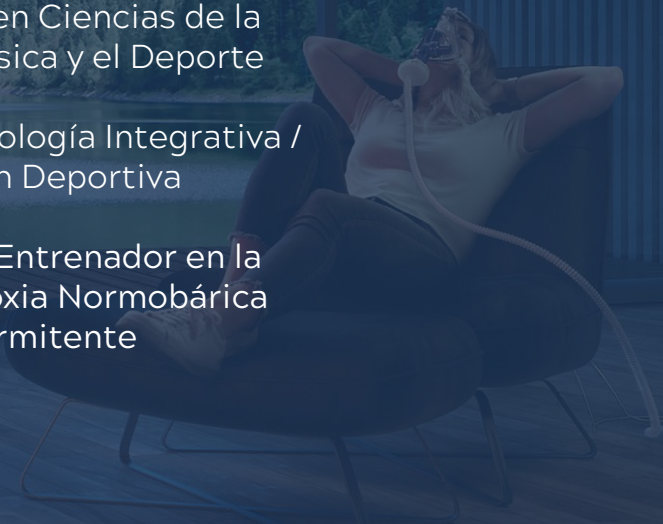
Manuel M. Taranilla

CEO de NUMA Group y
Especialista de Productos del área
Deporte y Salud

Licenciado en Ciencias de la
Actividad Física y el Deporte

Máster en Fisiología Integrativa /
Gestión Deportiva

Formador / Entrenador en la
técnica Hipoxia Normobárica
Intermitente



INDICE

1. Introducción

Importancia de la recuperación acelerada en el fútbol
Beneficios estratégicos y económicos de la hipoxia-hiperoxia

2. Nuestra Misión: Innovación en Recuperación y Rendimiento

Soluciones basadas en la fisiología integrativa
Tecnología avanzada para optimizar la recuperación

3. Lesiones en Futbolistas: Un Problema Costoso

Tipos comunes de lesiones y tiempos de recuperación
Impacto económico de las lesiones y optimización de recursos con hipoxia-hiperoxia

4. La Ciencia Detrás de la Hipoxia e Hiperoxia

Mecanismos celulares y fisiológicos
Cómo acelera la recuperación muscular y ósea

5. Resultados Comprobados con Hipoxia-Hiperoxia

Estudios y casos de éxito en fútbol profesional
Reducción de tiempos de recuperación y mejora del rendimiento

6. Optimización del Return to Play (RTP)

Aceleración del retorno al juego y prevención de recaídas
Recuperación acelerada.
Modulación de la Fibrosis
Mantenimiento del VO₂max y control del peso durante la inactividad
RTP controlado y mantenimiento de la condición física

7. Prevención de Lesiones Mediante Hipoxia-Hiperoxia

Fortalecimiento musculoesquelético y protección celular - estrés oxidativo
Prevención de la Anemia y regulación del Hierro
Estrategias para prevenir lesiones durante viajes y entrenamientos

INDICE

8. Impacto Psicológico en la Recuperación del Jugador

Reducción del estrés y la ansiedad

Aumento de la confianza en el retorno a la competición

9. Reducción de Costes: Impacto Financiero y Estratégico

Ahorros salariales y optimización de recursos médicos

Beneficios adicionales no financieros para el rendimiento del equipo

Perspectiva a corto y largo plazo

10. Integración Práctica para el Equipo de Fútbol

Sesiones personalizadas y control de la carga interna (SPO2 - HRV - SMO2 - FC)

Eficiencia en la rehabilitación y prevención de lesiones

Control de la hormesis y seguridad

Uso en Rendimiento

11. Conclusión y Plan de Implementación

Resumen de beneficios

Pautas para la implementación de hipoxia-hiperoxia en el equipo

Implementación desde el primer día.

12. ¿Por Qué Mitovit?

Mitovit como herramienta clave para la recuperación y rendimiento

Eliminación de la variabilidad en las respuestas a la terapia

Adaptabilidad y Precisión

13. Bibliografía

Fuentes científicas clave en hipoxia-hiperoxia

1. INTRODUCCIÓN

En el mundo del fútbol profesional, que involucra a preparadores físicos, médicos deportivos, CEOs, directores generales y futbolistas, uno de los mayores desafíos es la prevención de lesiones y la recuperación acelerada. Este ebook está diseñado específicamente para responder a las necesidades de todos los actores involucrados en la gestión y optimización del **rendimiento de los futbolistas**.

Para los **preparadores físicos y médicos**, proporcionaremos una guía científica sobre cómo la tecnología de hipoxia-hiperoxia puede optimizar los **procesos de recuperación**, reduciendo los tiempos de baja de los jugadores y mejorando su resistencia al volver al campo. Para los CEOs y directores generales, se presentarán las **ventajas estratégicas y económicas** de implementar estas soluciones innovadoras, que no solo mejoran la salud física de los jugadores, sino que también tienen un impacto positivo en las finanzas del club, al minimizar las pérdidas derivadas de lesiones prolongadas y reducir la necesidad de reemplazar jugadores clave.

Importancia de la Recuperación Acelerada en el Fútbol

En el fútbol de élite, las **lesiones** no solo afectan la capacidad de los jugadores, sino que también pueden tener consecuencias **económicas** devastadoras para los equipos. Un ejemplo claro es la **Premier League**, donde se estima que un equipo puede perder hasta 45 millones de libras por temporada debido a la caída en el rendimiento como resultado de lesiones. Las **lesiones prolongadas** obligan a los clubes a depender de jugadores menos experimentados, afectando el desempeño deportivo y, en última instancia, los ingresos por competiciones y premios.

La **recuperación acelerada** se convierte en un elemento crucial para que los equipos mantengan su rendimiento competitivo y minimicen los impactos negativos de las lesiones. Con la exigencia física acumulativa de los partidos durante la temporada, los clubes que invierten en tecnologías avanzadas de recuperación, como la **hipoxia-hiperoxia**, obtienen una clara ventaja competitiva. Esta tecnología no sólo acelera el retorno a la competición, sino que asegura que los jugadores lo hagan en su mejor forma física y con menor riesgo de recaída.

"En el ámbito del fútbol, entre un 7% y un 31% de los músculos lesionados por tensión acaban sufriendo una lesión recurrente en el mismo lugar." (Santocildes et al., 2023).



La **hipoxia-hiperoxia** ha demostrado ser una herramienta efectiva no solo para acelerar la recuperación de lesiones musculares, óseas y articulares, sino también para prevenir nuevas lesiones. Al mejorar la **capacidad aeróbica** y la resistencia muscular, los jugadores pueden recuperarse más rápidamente tras los partidos, entrenar con mayor intensidad y mantener un rendimiento óptimo a lo largo de la temporada. Este enfoque asegura que los **futbolistas** puedan regresar al campo con confianza, sin comprometer su salud y aportando el máximo rendimiento al equipo.

En un contexto donde cada partido cuenta, la capacidad de mantener a los jugadores en su máximo nivel físico y reducir el tiempo de recuperación es esencial para el éxito del equipo. La **hipoxia-hiperoxia** no solo ofrece una recuperación más rápida, sino que también ayuda a minimizar los costes relacionados con las lesiones, asegurando que los equipos puedan mantener su ventaja competitiva en las ligas más exigentes.



La **recuperación acelerada** es un elemento crucial para que los equipos mantengan su rendimiento competitivo y minimicen los impactos negativos de las lesiones

2. NUESTRA MISIÓN: INNOVACIÓN EN RECUPERACIÓN Y RENDIMIENTO

En **Numa**, llevamos años liderando la innovación en el uso de **entrenamiento simulado en altitud** y desarrollando **protocolos de hipoxia-hiperoxia** con un objetivo claro: optimizar el rendimiento y acelerar la recuperación de los futbolistas profesionales, mejorando su capacidad de retornar al juego en el menor tiempo posible (Return to Play).

Nuestra misión es ofrecer soluciones basadas en la **fisiología integrativa**, que no solo previenen lesiones, sino que también proporcionan una recuperación rápida y segura, adaptada a las **necesidades individuales** de cada jugador.

La base científica de estos métodos ha sido reforzada por investigaciones galardonadas, como el **Premio Nobel de Medicina de 2019**, otorgado por el descubrimiento de cómo las células detectan y responden a la disponibilidad de oxígeno, un avance crucial para comprender y aplicar de manera efectiva la **hipoxia-hiperoxia**. Este hito científico ha permitido a **Numa** desarrollar un enfoque que transforma los **procesos de recuperación y rendimiento**, brindando a los jugadores una herramienta innovadora para maximizar su **capacidad física y mental**.


Mediante el uso de tecnologías avanzadas, como el **Moxy Monitor**, que mide la saturación de oxígeno muscular (SmO₂), junto con herramientas que controlan parámetros clave como la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV) y la frecuencia cardíaca en tiempo real, podemos ajustar de manera precisa los **niveles de recuperación y rendimiento** de cada jugador. Este enfoque, basado en la ciencia y los datos personalizados, no solo acelera los tiempos de recuperación, sino que también reduce significativamente el riesgo de **recaídas**.



Garantizamos que los jugadores puedan regresar al campo en su **máximo nivel físico y mental**, minimizando el riesgo de futuras lesiones.

Quiénes Somos y Qué Ofrecemos

Los clubes de fútbol invierten grandes sumas de dinero para asegurar que sus jugadores mantengan un estado físico óptimo. Sin embargo, muchos de los métodos tradicionales no tienen en cuenta las diferencias individuales entre los jugadores, lo que resulta en respuestas variadas a los tratamientos y programas de recuperación. Esto genera la frustrante distinción entre "**respondedores**" y "**no respondedores**".



Estudios recientes, como el realizado por la **Universidad de Barcelona**, han evidenciado los beneficios de la hipoxia normobárica intermitente (HNI) en la mejora del rendimiento y la recuperación

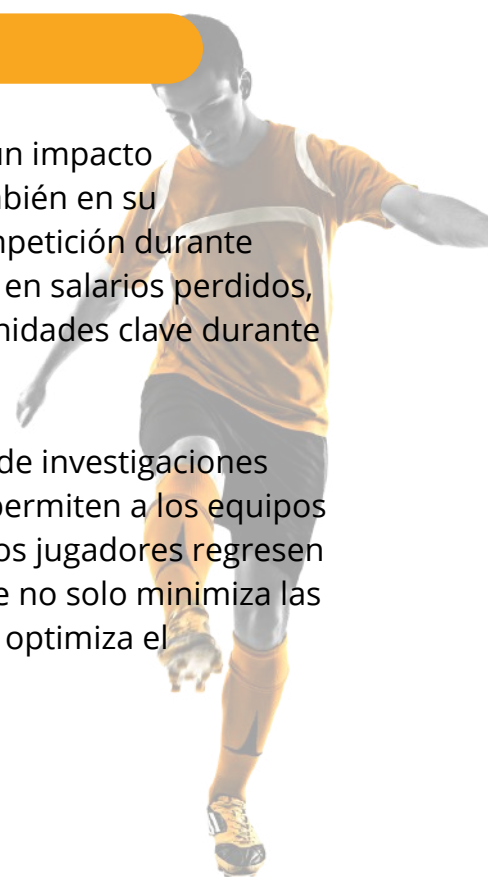
En **Numa**, hemos desarrollado un enfoque personalizado, basado en nuestra amplia experiencia en **entrenamiento en altitud** y el uso de hipoxia-hiperoxia. Hemos logrado eliminar esta distinción al ofrecer tratamientos completamente individualizados, que aseguran una recuperación eficaz y segura para cada jugador, sin importar su perfil fisiológico.

Además, estudios recientes, como el realizado por la **Universidad de Barcelona**, han evidenciado los beneficios de la **hipoxia normobárica intermitente** (HNI) en la mejora del rendimiento y la recuperación, respaldando aún más nuestra metodología. El éxito de estos estudios, junto con los casos clínicos aplicados en equipos de **fútbol de élite**, refuerzan nuestra confianza en que cada tratamiento se ajusta de forma efectiva a las necesidades de cada jugador.

¿Por Qué lo Hacemos?

En el **fútbol profesional**, una lesión prolongada no solo tiene un impacto devastador en el rendimiento deportivo de un equipo, sino también en su **estabilidad financiera**. Mantener a un jugador fuera de la competición durante semanas puede suponer un coste de cientos de miles de euros en salarios perdidos, además de la pérdida de puntos en la competición y de oportunidades clave durante la temporada.

Nuestros **protocolos de hipoxia-hiperoxia**, que se benefician de investigaciones respaldadas por premios internacionales y estudios pioneros, permiten a los equipos reducir drásticamente los tiempos de baja. Garantizamos que los jugadores regresen en las **mejores condiciones físicas y en menos tiempo**, lo que no solo minimiza las pérdidas financieras asociadas a las lesiones, sino que también optimiza el rendimiento del equipo.

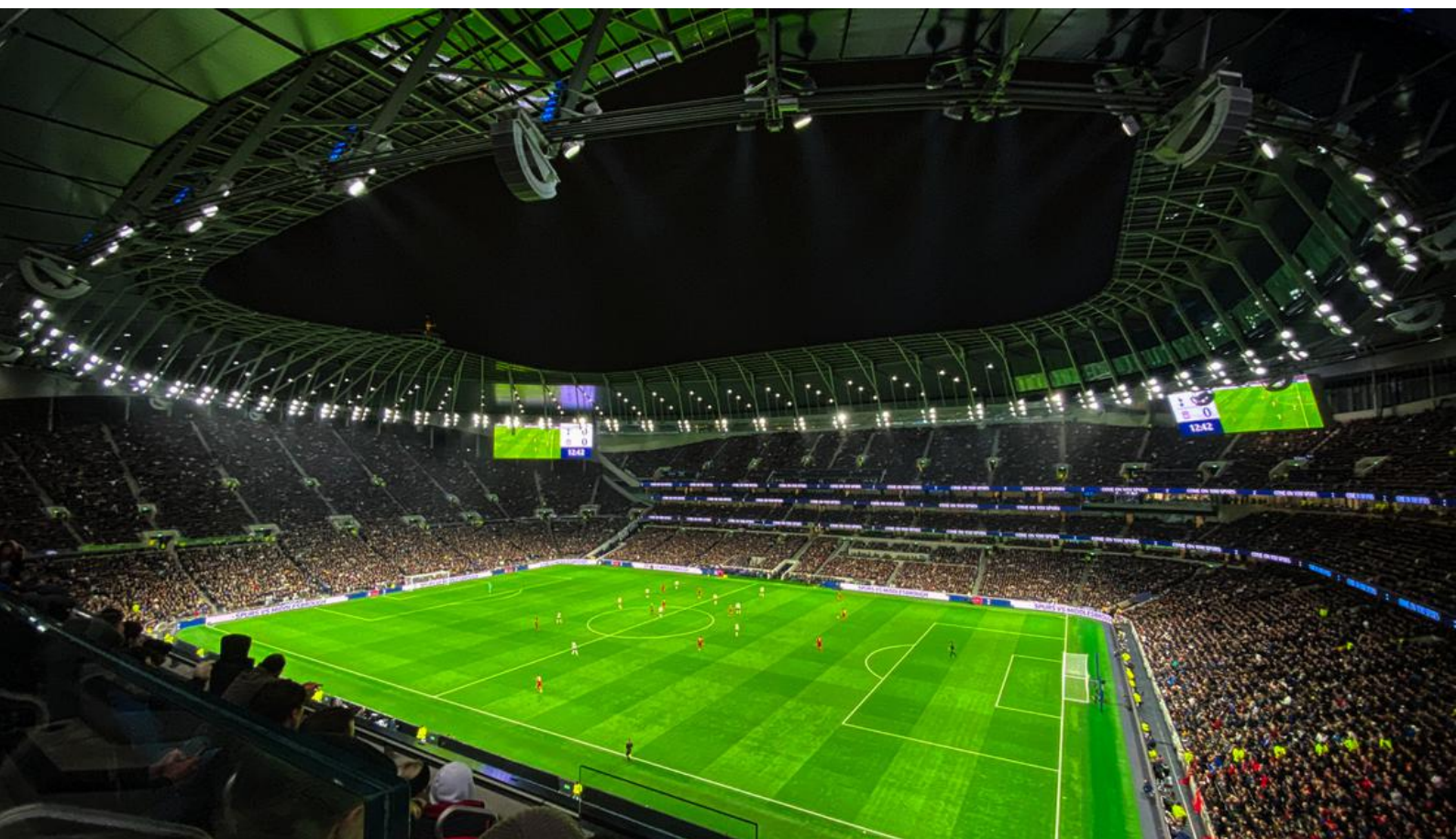


¿Cómo lo Logramos?

Nuestra experiencia en **fisiología integrativa y el uso de entrenamiento simulado en altitud**, junto con **protocolos de hipoxia-hiperoxia**, nos ha permitido desarrollar un sistema avanzado que monitoriza y controla de manera precisa la carga interna de cada jugador en tiempo real. Al medir parámetros fisiológicos clave como la saturación de oxígeno muscular (SmO₂), la HRV, la frecuencia cardíaca, y otros indicadores, podemos ajustar las cargas de entrenamiento y rehabilitación de manera precisa, asegurando que el proceso de recuperación sea eficiente y seguro.

Los estudios científicos confirman que esta tecnología acelera significativamente la **recuperación de lesiones y mejora el rendimiento**, sin comprometer la salud del jugador. El control exacto de la carga interna permite al equipo médico y técnico tomar decisiones informadas sobre el proceso de **Return to Play (RTP)**, maximizando la confianza del jugador y reduciendo el riesgo de sobrecarga o **sobreentrenamiento**.

Este enfoque integral no solo garantiza que los jugadores recuperen su forma física rápidamente, sino que también lo hagan de forma segura, confiando en la eficacia científica que respalda cada uno de nuestros protocolos. Gracias a la combinación de **entrenamiento en altitud, hipoxia-hiperoxia y tecnologías avanzadas de monitorización**, podemos asegurar que cada jugador vuelve a su mejor versión en el menor tiempo posible, contribuyendo a su longevidad deportiva y al éxito del equipo.



3. LESIONES EN FUTBOLISTAS: UN PROBLEMA COSTOSO

En el fútbol profesional, cada día que un jugador clave está fuera por lesión no solo afecta el **rendimiento deportivo** del equipo, sino que también genera un importante coste financiero.

Por ejemplo, un jugador con un contrato anual de 1 millón de euros representa un coste semanal de aproximadamente **19.230 euros** (1 millón dividido en 52 semanas). Si el jugador se lesiona y permanece fuera de juego durante 6 semanas, el coste directo en salarios sería de aproximadamente **115.000 euros**, sin que el club obtenga rendimiento alguno por parte del jugador.

Al implementar la **terapia de hipoxia-hiperoxia** para acelerar su recuperación, el tiempo de baja puede reducirse de 6 semanas a 3-4 semanas, lo que disminuye significativamente los costos asociados:

- ➔ **Coste estimado por 6 semanas de baja: 115.000€**
- ➔ **Coste estimado si se reduce a 3-4 semanas: Entre 57.500€ y 76.600€.**
- ➔ **Ahorro directo: El club podría ahorrar entre 38.400€ y 57.500€ solo en salarios, dependiendo de la duración exacta de la recuperación acelerada gracias a la terapia de hipoxia-hiperoxia.**



Tipos de Lesiones Comunes y Tiempos de Recuperación

Las lesiones más frecuentes en los **futbolistas profesionales** incluyen lesiones musculares, ligamentosas, óseas y articulares. A continuación se presentan ejemplos concretos de tiempos de recuperación:

- **LESIONES MUSCULARES:**

- Grado I: Distensión leve. Requiere entre 1 y 2 semanas de recuperación.
- Grado II: Distensión moderada. Puede requerir 3 a 6 semanas.
- Grado III: Desgarro severo. El tiempo de baja puede extenderse a 8-12 semanas o más.

- **LESIONES LIGAMENTOSAS (RODILLA):**

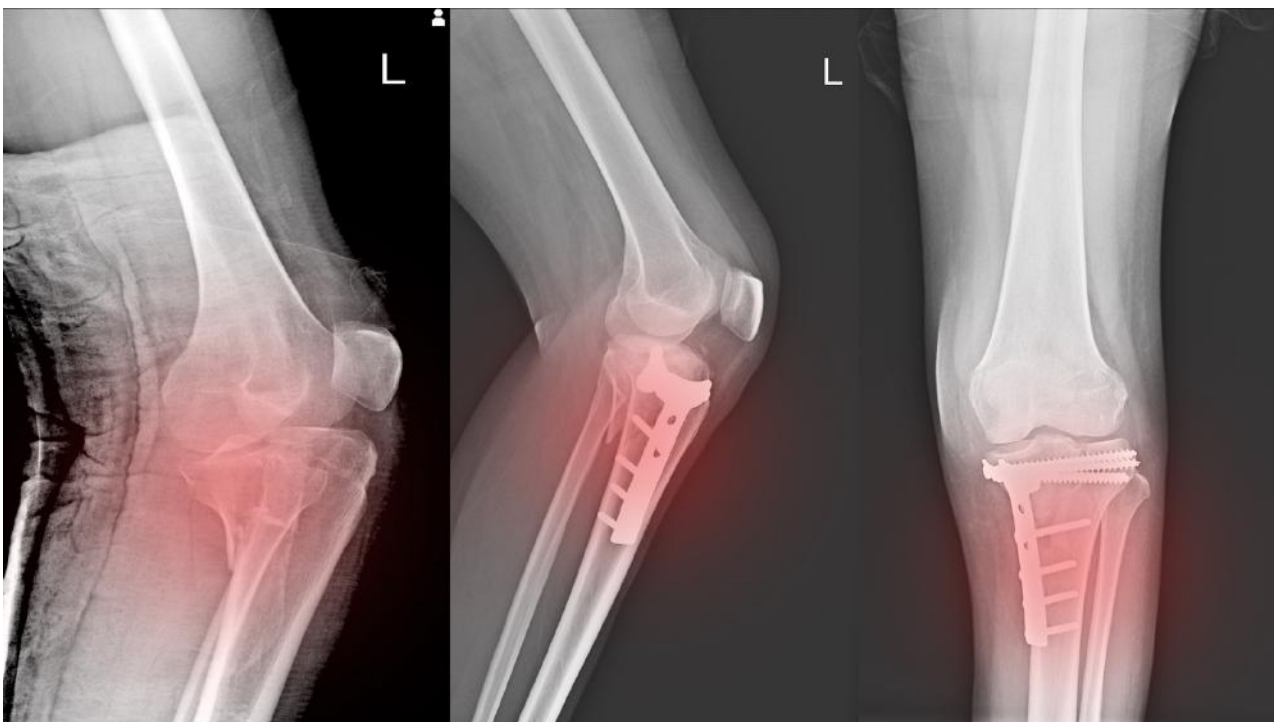
- Rotura del ligamento cruzado anterior (ACL): Recuperación de 6 a 9 meses.
- Lesión de menisco: Recuperación de 4 a 6 semanas (sin cirugía) o 2 a 3 meses (con cirugía).

- **FRACTURAS ÓSEAS:**

- Fractura del metatarso: Típica en los futbolistas, requiere de 6 a 8 semanas.
- Fracturas de tibia/fíbula: Puede tomar de 3 a 6 meses para una recuperación completa.

- **ESGUINCES DE TOBILLO:**

- Grado I: Recuperación de 1 a 2 semanas.
- Grado II: 4 a 6 semanas.
- Grado III: Puede necesitar 8 a 12 semanas o más



Impacto económico

El impacto económico de las **lesiones** es significativo para los clubes de fútbol profesional. Un equipo promedio de la Premier League puede perder hasta **45 millones de libras** en una sola temporada debido a la reducción del rendimiento causada por lesiones.

Estas pérdidas incluyen salarios de los **jugadores lesionados**, costes médicos y, en muchos casos, la necesidad de reemplazarlos con jugadores menos experimentados.

Además de los salarios, las **lesiones prolongadas** generan costes médicos adicionales, como tratamientos de rehabilitación, fisioterapia, y la necesidad de contratar jugadores temporales. Todo esto afecta negativamente las finanzas del club y su rendimiento deportivo.



Optimización de recursos

Además del **ahorro en salarios**, la reducción de los tiempos de baja mediante **hipoxia-hiperoxia** también disminuye los costes médicos asociados a tratamientos prolongados y evita la necesidad de recurrir a jugadores temporales para cubrir la ausencia. Al recuperar a los jugadores más rápido, el equipo puede evitar la pérdida de puntos valiosos en la competición, lo que puede tener un impacto crucial en la posición en la liga o en competiciones internacionales.

Por lo tanto, al reducir tanto los **costes directos** como los indirectos, la **terapia de hipoxia-hiperoxia** optimiza el rendimiento financiero del club y refuerza su rendimiento deportivo, asegurando que los jugadores clave puedan volver al juego lo antes posible y en las mejores condiciones físicas.

4. LA CIENCIA DETRÁS DE LA HIPOXIA-HIPEROXIA

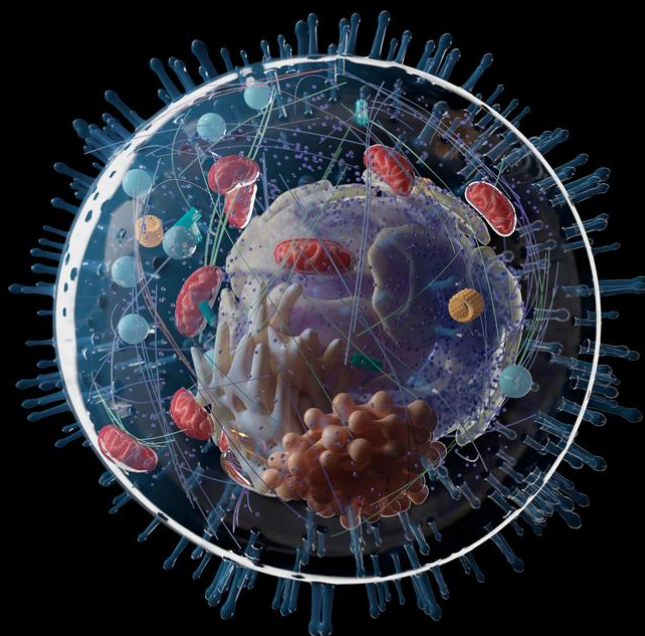
Explicación Básica del Método Hipóxico-Hiperóxico

La **hipoxia normobárica intermitente** (HNI) es una técnica que simula las condiciones de altitud elevada al alterar el porcentaje de **oxígeno** en el aire respirado, manteniendo constante la presión atmosférica. En este contexto, el cuerpo se expone a **ciclos de baja disponibilidad de oxígeno** (hipoxia), seguidos por períodos de oxigenación normal o aumentada (hiperoxia). Estos ciclos intermitentes provocan una serie de **adaptaciones fisiológicas** que optimizan el rendimiento y la recuperación del cuerpo.

A nivel celular, la **HNI** desencadena una respuesta adaptativa que estimula la **eficiencia metabólica**, aumenta la capacidad de oxigenación y mejora la recuperación de los tejidos dañados. Durante la **exposición a la hipoxia**, las células experimentan una baja disponibilidad de oxígeno, lo que activa procesos intracelulares destinados a mejorar la captación y utilización del **oxígeno disponible**.

Esto es especialmente útil en deportistas como los futbolistas, que están sometidos a demandas físicas constantes y deben recuperarse rápidamente para mantener su **rendimiento óptimo**.

La **hipoxia** también provoca un aumento en la producción de **mitocondrias**, las "centrales energéticas" de las células, lo que a su vez incrementa la eficiencia de la **producción de energía en los músculos**. Esto tiene un impacto directo en la capacidad aeróbica y la resistencia, permitiendo a los jugadores soportar mejor el estrés físico y reducir la fatiga.



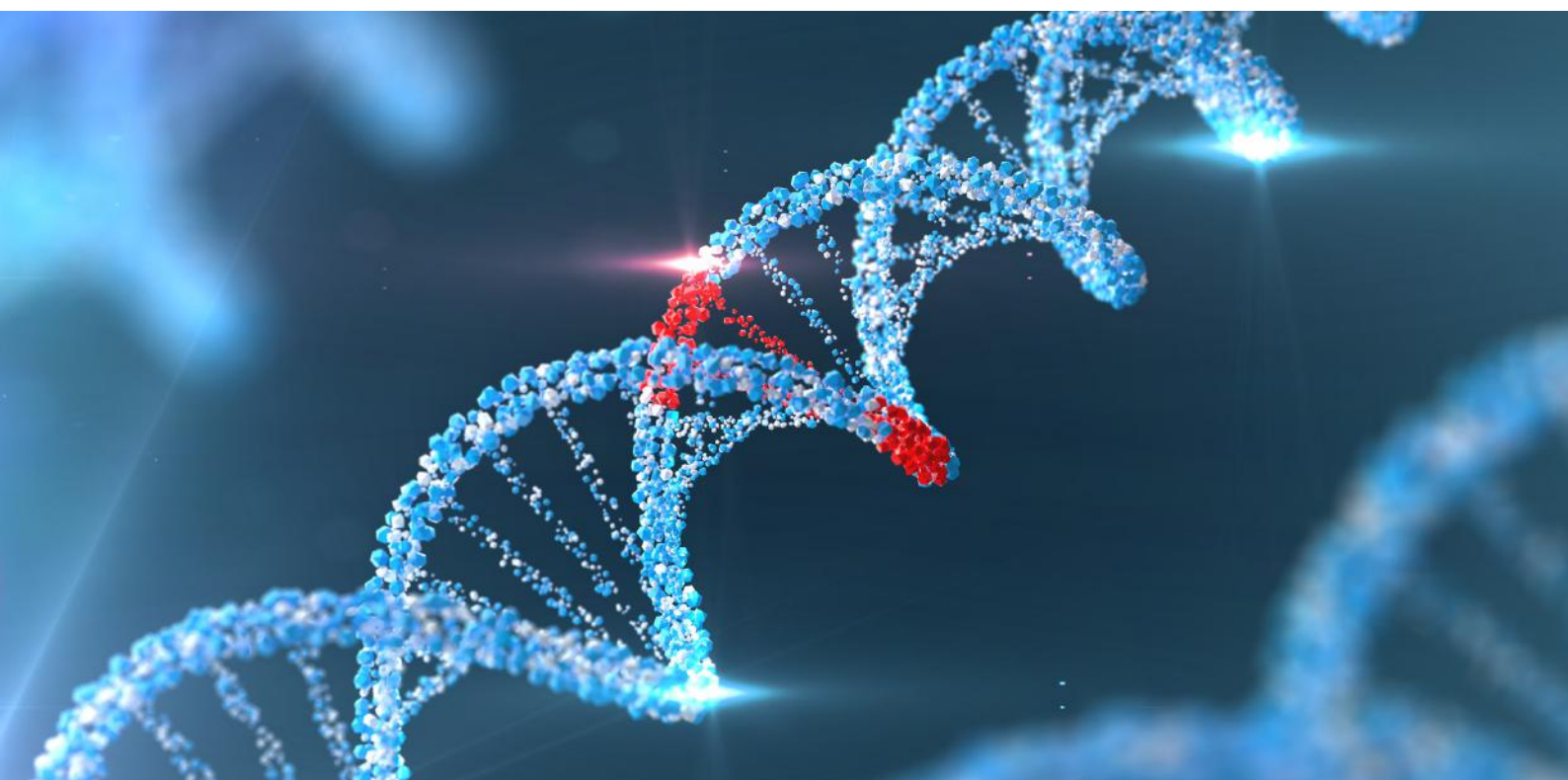
Cómo acelera la recuperación

Uno de los mecanismos clave por los cuales la **hipoxia-hiperoxia** acelera la recuperación es a través de la activación del **factor inducible por hipoxia** (HIF-1), un conjunto de proteínas que regula la **respuesta** de las células a la falta de oxígeno. El **HIF-1** se activa en condiciones de hipoxia y desencadena una serie de adaptaciones genéticas que mejoran la supervivencia celular y la regeneración de los tejidos.

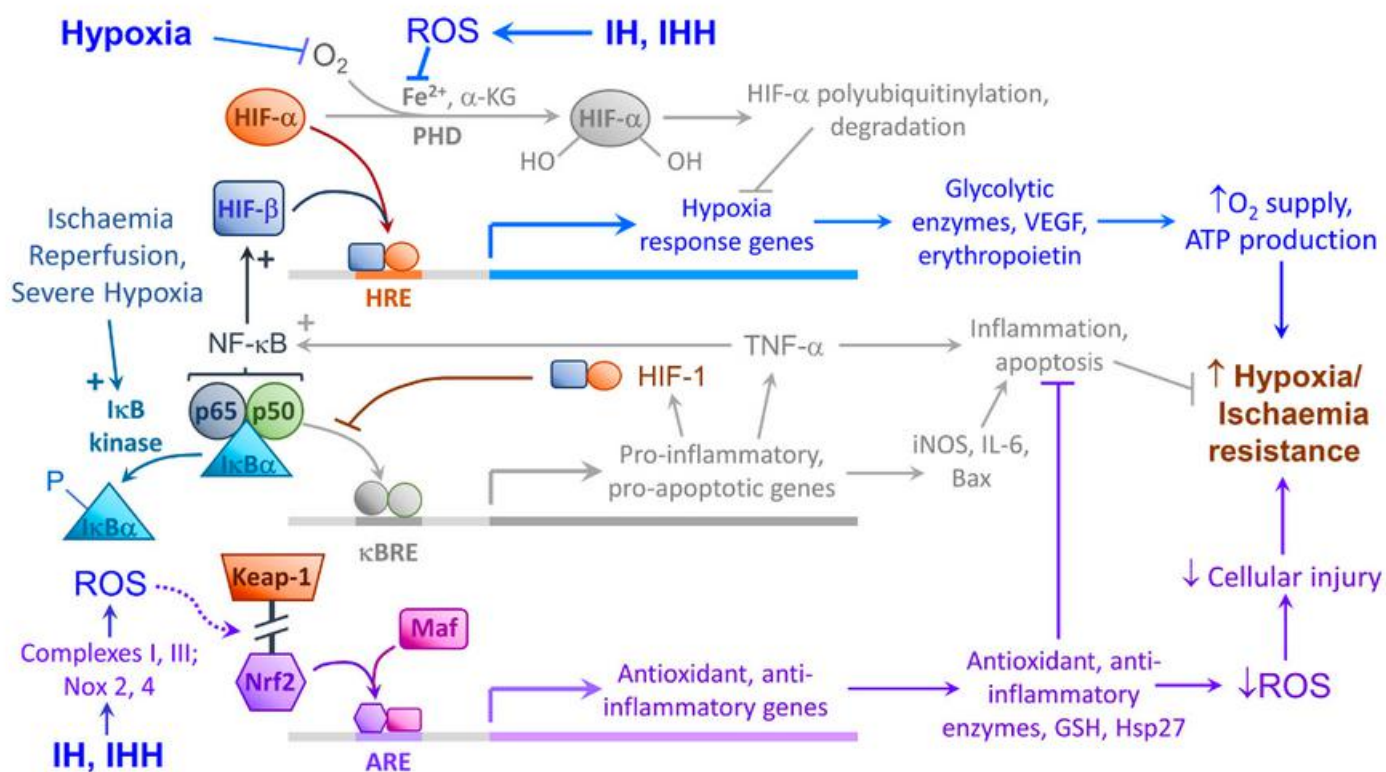
Cuando el cuerpo está expuesto a la **hipoxia**, los niveles de HIF-1 aumentan significativamente. Este factor activa una serie de genes que promueven la **angiogénesis** (la formación de nuevos vasos sanguíneos), lo que aumenta el flujo de sangre a los tejidos lesionados y facilita la entrega de oxígeno y nutrientes esenciales para su regeneración. Este proceso es particularmente importante para la **recuperación de lesiones musculares y óseas**, donde el suministro adecuado de oxígeno es crucial para una reparación rápida y efectiva.

Además de mejorar el flujo sanguíneo, el **HIF-1** también estimula la producción de factores como el VEGF (factor de crecimiento endotelial vascular) y el SDF-1, que favorecen la reparación y regeneración de los tejidos dañados. Estos factores no solo mejoran la curación de las lesiones, sino que también ayudan a prevenir futuras lesiones al reforzar los tejidos que se encuentran en **proceso de recuperación**.

El uso de **hipoxia-hiperoxia** en ciclos controlados permite optimizar este proceso de recuperación, acelerando el tiempo que el cuerpo necesita para regenerar los tejidos y minimizando el riesgo de recaídas o de lesiones crónicas. Esta tecnología proporciona una **ventaja competitiva** significativa para los equipos de fútbol que buscan mantener a sus jugadores en las mejores condiciones físicas durante la temporada.



Factores clave que mejoran la resistencia del cuerpo a la hipoxia y la isquemia

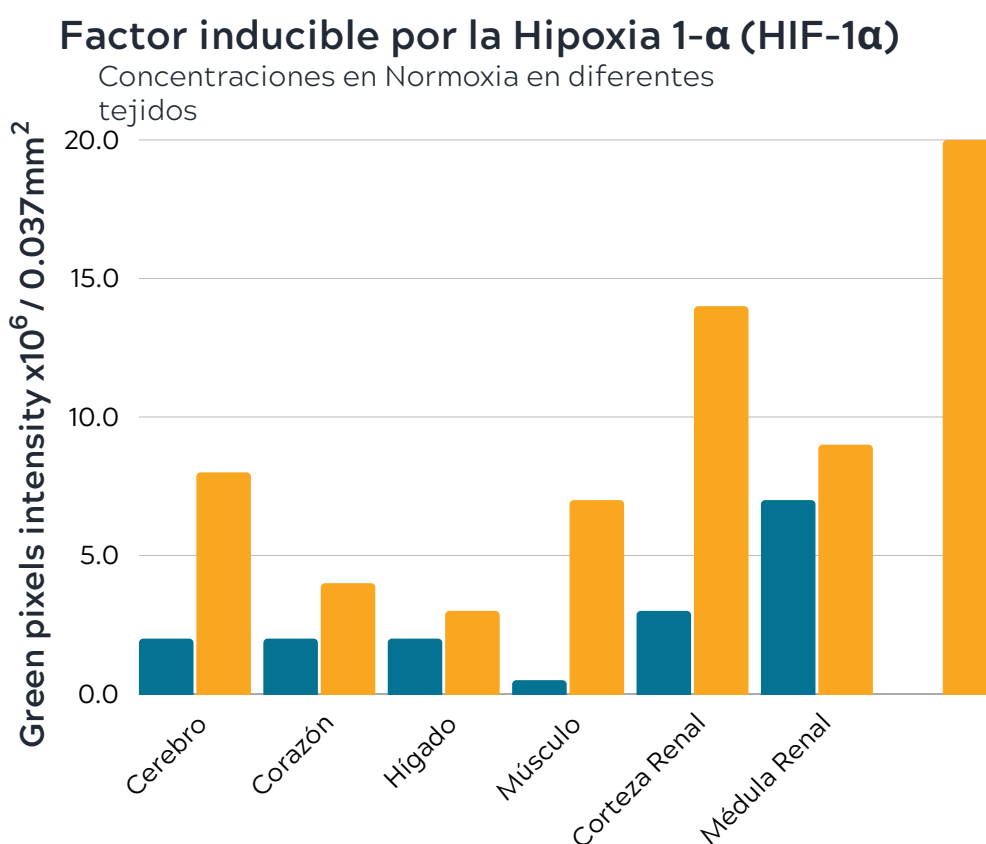


Referencia de imagen: "Review-Symposium: Mechanisms underlying the health benefits of intermittent hypoxia conditioning" (Johannes Burtscher et al, año 2023, pág 6)

Factores de transcripción que median las respuestas a la hipoxia y que refuerzan la resistencia a la hipoxia/isquemia. Los factores de transcripción inducibles por hipoxia y especies reactivas de oxígeno (ROS) interactúan con sus respectivos elementos de respuesta en el ADN para activar la transcripción de genes que codifican proteínas pro y antiinflamatorias y antioxidantes. Las letras y símbolos en gris representan los mecanismos que atenúan los mecanismos adaptativos. ARE, elemento de respuesta antioxidante; κBRE, elemento de respuesta κB; GSH, glutatión; HIF, factor inducible por hipoxia; HRE, elemento de respuesta a la hipoxia; Hsp27, proteína de choque térmico 27; IH, hipoxia intermitente; IHH, hipoxia-hiperoxia intermitente; IL-6, interleucina-6; iNOS, óxido nítrico sintasa inducible; Keap-1, proteína asociada a ECH similar a kelch-1; α-KG, α-cetoglutarato; NF-κB, factor nuclear-κB; Nox, NAD(P)H oxidasa; Nrf2, factor 2 relacionado con eritroide nuclear 2; PHD, prolil-4-hidroxilasas; TNF-α, factor de necrosis tumoral-α; VEGF, factor de crecimiento endotelial vascular.

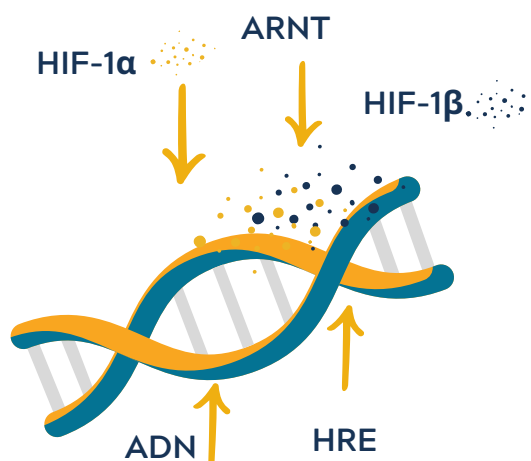
En situaciones de **hipoxia** (baja disponibilidad de oxígeno) o **isquemia** (falta de flujo sanguíneo), el cuerpo activa una serie de mecanismos para protegerse. Estos mecanismos son regulados por **factores de transcripción**, que son proteínas especiales que se unen al **ADN** y activan genes que ayudan al cuerpo a adaptarse y sobrevivir. Aquí te explico cómo funcionan:

- Factores de transcripción inducibles por hipoxia y ROS:** Estos son los principales "interruptores" que activan la respuesta del cuerpo cuando detectan hipoxia o daño causado por especies reactivas de oxígeno (ROS), que son moléculas que pueden dañar las células.
- Activación de genes pro y antiinflamatorios y antioxidantes:** Estos factores activan genes que producen proteínas con funciones clave:
 - Proteínas proinflamatorias: Ayudan al cuerpo a luchar contra las infecciones o daños.
 - Proteínas antiinflamatorias: Ayudan a reducir la inflamación excesiva que puede ser perjudicial.
 - Proteínas antioxidantes: Protegen las células del daño causado por ROS.
- Mecanismos atenuantes:** Representados en gris, son los sistemas que controlan y modulan la respuesta del cuerpo, evitando que sea excesiva o dañina.



Componentes claves

- **ARE (Elemento de respuesta antioxidante):** Activa genes que protegen a las células del daño oxidativo.
- **κ BRE (Elemento de respuesta κ B):** Activa genes relacionados con la inflamación y el sistema inmunológico.
- **GSH (Glutación):** Un poderoso antioxidante que neutraliza los ROS.
- **HIF (Factor inducible por hipoxia):** Un regulador principal que ayuda al cuerpo a adaptarse a la baja disponibilidad de oxígeno.
- **HRE (Elemento de respuesta a la hipoxia):** Segmentos de ADN donde HIF se une para activar genes protectores.
- **Hsp27 (Proteína de choque térmico 27):** Ayuda a proteger y reparar proteínas dañadas por el estrés.
- ****IH (Hipoxia intermitente) y IHH (Hipoxia-hiperoxia intermitente):** Métodos de entrenamiento o tratamiento que alternan entre niveles bajos y altos de oxígeno para fortalecer la resistencia del cuerpo.
- **IL-6 (Interleucina-6):** Una molécula que juega un papel en la inflamación y la respuesta inmune.
- **iNOS (Óxido nítrico sintasa inducible):** Produce óxido nítrico, que ayuda a dilatar los vasos sanguíneos y mejorar el flujo sanguíneo.
- **Keap-1:** Regula la actividad de Nrf2, otro factor de transcripción importante.
- **α -KG (α -cetoglutarato):** Un intermediario en el metabolismo que también influye en la respuesta a la hipoxia.
- **NF- κ B (Factor nuclear κ B):** Un regulador clave de la respuesta inmune y la inflamación.
- **Nox (NAD(P)H oxidasa):** Produce ROS, que, en cantidades controladas, actúan como señales para la activación de la respuesta adaptativa.
- **Nrf2 (Factor 2 relacionado con eritroide nuclear 2):** Activa genes antioxidantes que protegen a las células del estrés.
- **PHD (Prolil-4-hidroxilasas):** Enzimas que regulan la estabilidad de HIF en condiciones normales de oxígeno.
- **TNF- α (Factor de necrosis tumoral):** Una molécula que promueve la inflamación y es crucial en la respuesta del cuerpo a la infección.
- **VEGF (Factor de crecimiento endotelial vascular):** Estimula la formación de nuevos vasos sanguíneos para mejorar el suministro de oxígeno a los tejidos dañados.



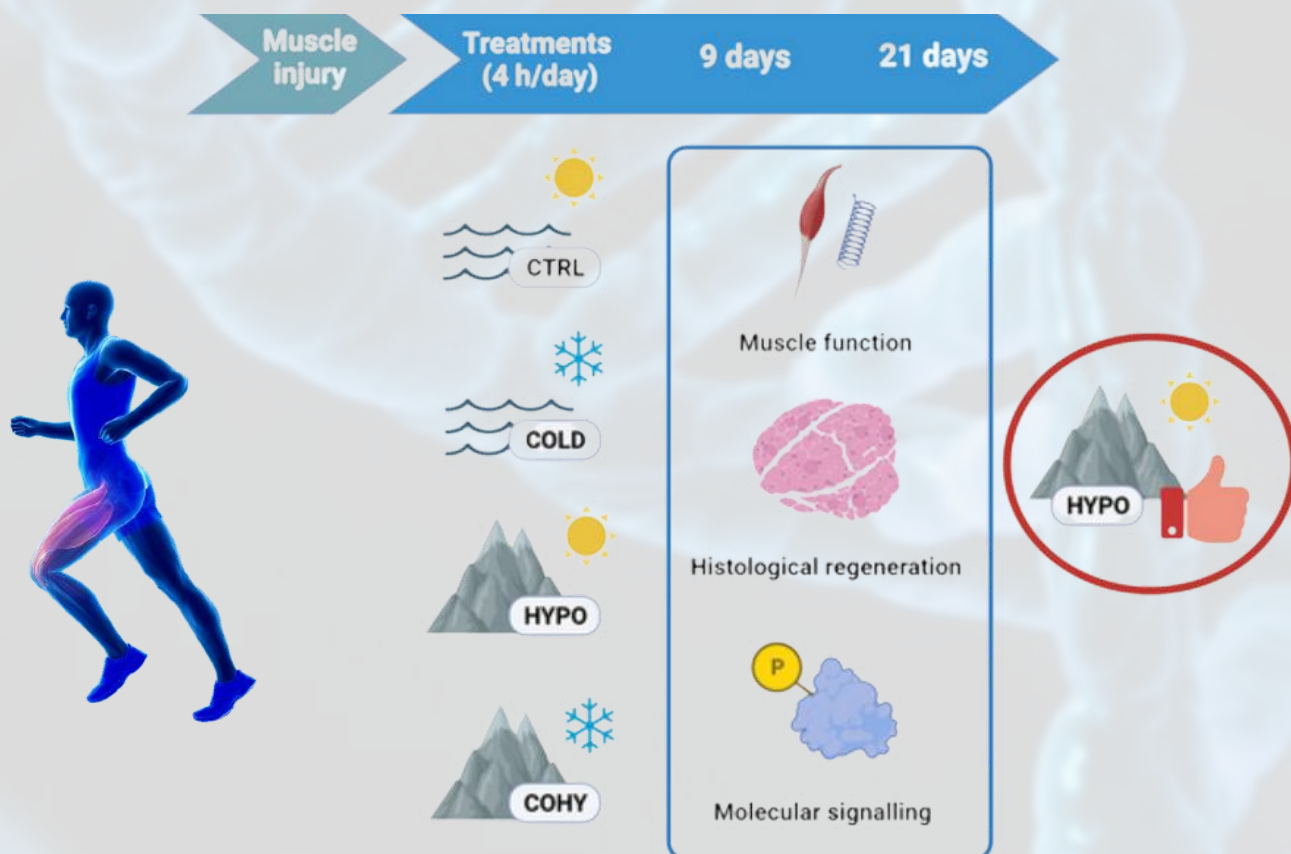
5. RESULTADOS COMPROBADOS CON HIPOXIA-HIPEROXIA

Estudios Científicos

RECUPERACIÓN DE LESIONES MUSCULARES: UNIVERSIDAD DE BARCELONA (Santocildes G)

Los estudios realizados por la **Universidad de Barcelona** han demostrado la efectividad de la **hipoxia-hiperoxia** en la recuperación de lesiones musculares. Este estudio comparó la cicatrización sin fibrosis con el uso tradicional de hielo, así como su uso combinado destacando que la hipoxia-hiperoxia no solo previene las recaídas sino que también acelera significativamente el **tiempo de recuperación**, reduciendo los días de inactividad de 21 a 9 días.

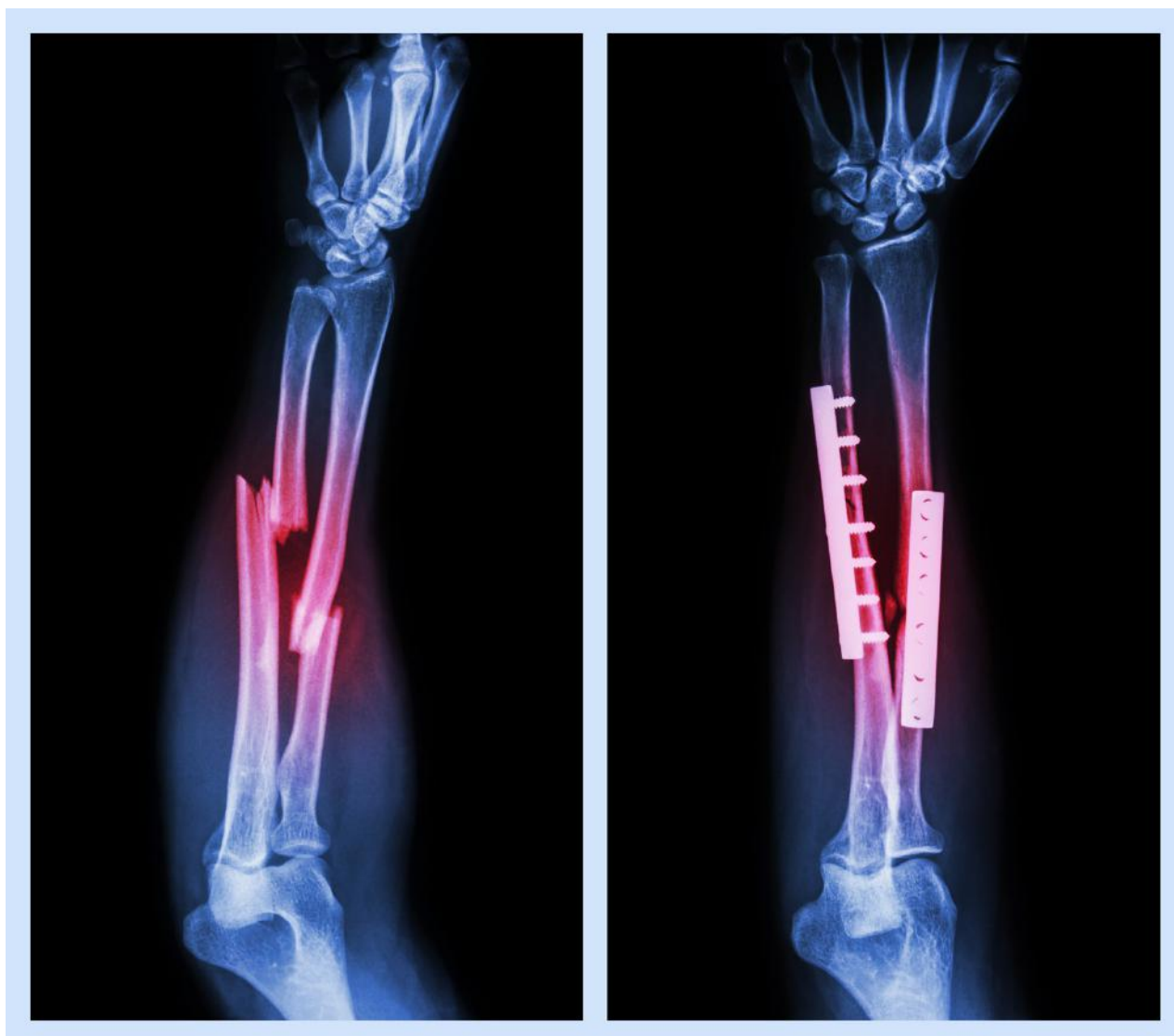
Esto se debe a su **efecto antiinflamatorio** producido por la vasodilatación y la producción de óxido nítrico, lo que deriva en angiogénesis y que también ayuda a prevenir futuras lesiones.



MEJORA EN LA RECUPERACIÓN DE LESIONES ÓSEAS

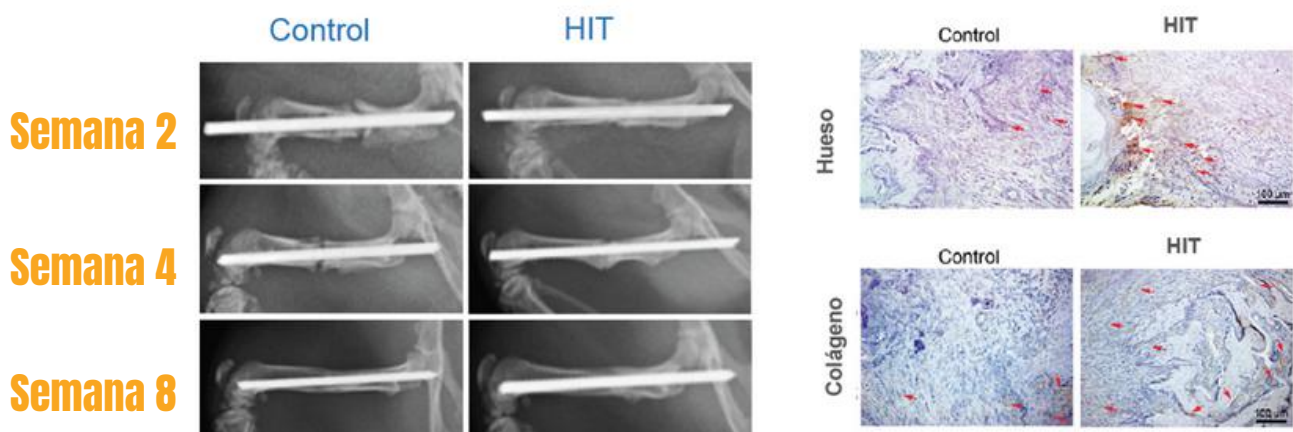
Estudio de Burtscher et al.: En otro estudio, se investigó el impacto de la **hipoxia intermitente** en la recuperación de **fracturas óseas**. Los resultados mostraron que la exposición a hipoxia intermitente acelera la consolidación ósea en un **25-30%**. En situaciones donde las fracturas suelen requerir entre 6 y 8 semanas, los jugadores tratados con hipoxia-hiperoxia pudieron comenzar el entrenamiento físico suave en tan solo 4-5 semanas. Estos estudios corroboran la capacidad de la **hipoxia-hiperoxia** para mejorar los procesos de regeneración ósea, algo crucial en deportes de alto impacto como el fútbol (Burtscher et al., 2023).

Otro estudio adicional, (**Guner et al**) y (**Zhang**) publicado en la revista **Biological Trace Element Research**, refuerza los hallazgos mencionados sobre el impacto de la hipoxia en la recuperación de **fracturas óseas**. En este trabajo, se demostró que la hipoxia intermitente hipobárica crónica (CIHH) acelera la consolidación de fracturas óseas mediante la activación de vías biológicas relacionadas con el **factor inducible por hipoxia (HIF-1)**, el **óxido nítrico (NO)**, y la **angiogénesis**.



El estudio, realizado en un modelo animal, mostró que los grupos sometidos a CIHH presentaron una mayor densidad mineral ósea y una resistencia mecánica superior en los **huesos fracturados** en comparación con los grupos de control. La combinación de **hipoxia e hiperoxia** no solo mejoró la formación ósea, sino que también acortó el tiempo de curación de las fracturas, demostrando su potencial para ser aplicado en deportes de alto impacto como el fútbol.

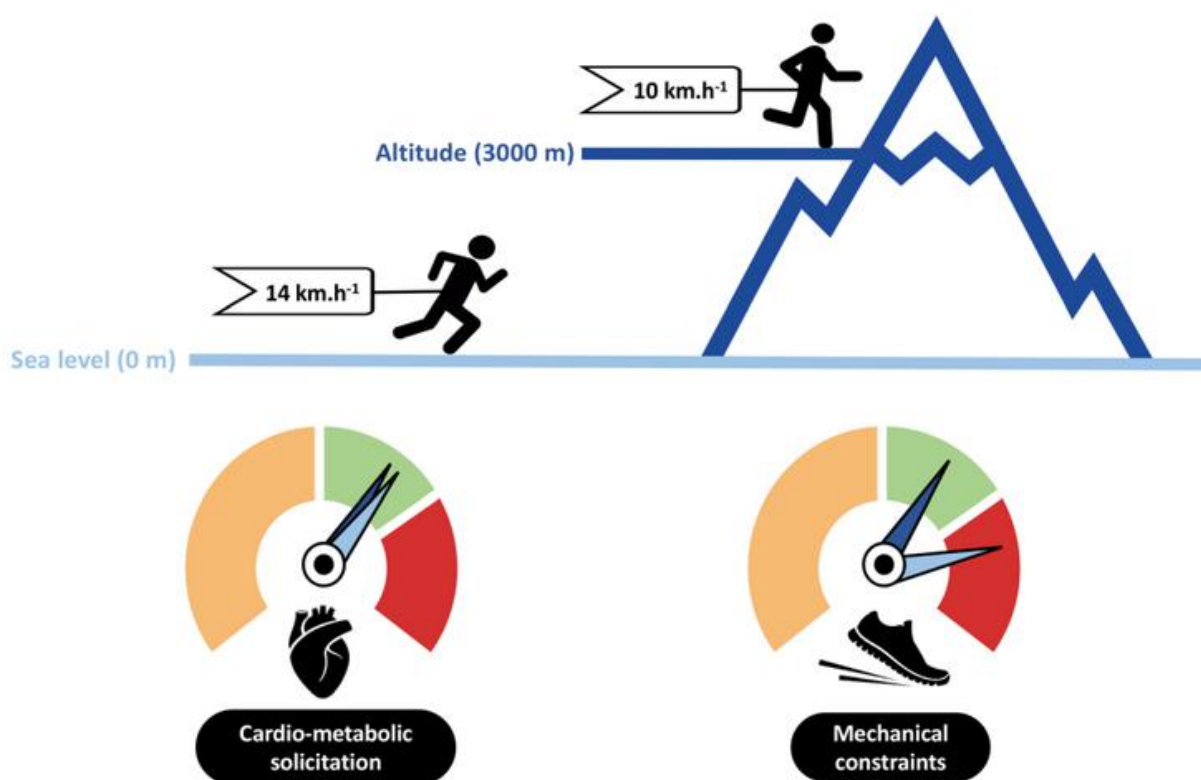
REMODELACIÓN ÓSEA. OSTEOPOROSIS



- **Aumenta la actividad de la fosfatasa alcalina: alta actividad de los osteoblastos y la formación de hueso.**
- **Restringe la actividad osteoclástica.**

MEJORA DEL RENDIMIENTO

Otros Estudios, como el de **Girad**, reafirman que los beneficios de la **hipoxia-hiperoxia** no se limitan a la recuperación de lesiones, durante la pretemporada o **fases de readaptación**, sino que mejoran la **capacidad aeróbica** y la resistencia muscular en un **8-10% en reposo** en comparación con temporadas anteriores, sino que también permiten **optimizar el entrenamiento**. En condiciones de altitud simulada, se observa un descenso en el **VO2 max**, lo que significa que los atletas pueden realizar entrenamientos menos intensos con menor impacto mecánico, pero obtener resultados iguales o incluso mejores que con entrenamientos a mayor intensidad. Este enfoque es crucial para **reducir el riesgo de lesiones** por sobrecarga mientras se mantiene o se mejora el rendimiento aeróbico a lo largo de la temporada.



Acondicionamiento hipóxico en individuos con carga comprometida. Estimulación cardiometabólica hipotética y restricciones mecánicas para dos combinaciones de velocidades de locomoción y condiciones de oxigenación: acondicionamiento hipóxico (10 km/h y altitud simulada de 3000 m; azul oscuro) frente a la condición de control (14 km/h y nivel del mar; azul claro). El área verde representa el punto óptimo para recibir la mayor cantidad de beneficios del ejercicio. El área naranja puede no representar un estímulo de ejercicio lo suficientemente fuerte como para crear adaptaciones. El área roja puede perjudicar la calidad de la sesión e incluso llegar a ser perjudicial para la salud/bienestar de los individuos con carga comprometida. Con el acondicionamiento hipóxico, la adición de un estímulo hipóxico al ejercicio a velocidades más bajas (presumiblemente restricciones mecánicas más bajas) restablecería el estrés cardiorrespiratorio a intensidades de ejercicio similares en condiciones normales de oxígeno.

Casos de éxito en el Fútbol Profesional

RECUPERACIÓN DE LESIÓN MUSCULAR: EQUIPO DE LA PREMIER LEAGUE

En un equipo de la **Premier League**, un jugador clave sufrió una lesión muscular de grado II, que normalmente requiere alrededor de 6 semanas para una recuperación completa. Sin embargo, al implementar un **protocolo de hipoxia-hiperoxia** desarrollado en colaboración con la Universidad de Barcelona, el jugador pudo reincorporarse al entrenamiento en 3-4 semanas. Esto fue posible gracias a la **biogénesis mitocondrial** favorecida por la hipoxia, lo que aumentó la resistencia muscular y mejoró la eficiencia metabólica (Santocildes et al., 2023).

MEJORA EN EL RENDIMIENTO AERÓBICO EN PRETEMPORADA: LA LIGA

Un equipo de **La Liga española** incorporó los protocolos de hipoxia-hiperoxia en su pretemporada para mejorar la **capacidad aeróbica** y la resistencia de los jugadores. Los futbolistas que participaron en este programa, basado en los estudios de la Universidad de Barcelona, lograron una mejora del **VO2max** del 8-10% en comparación con las temporadas anteriores, y una mayor capacidad de recuperación entre partidos. Esto permitió al equipo mantener una mayor regularidad de rendimiento a lo largo de la temporada, minimizando el riesgo de lesiones por fatiga (Guner et al., 2013).



PREVENCIÓN DE RECAÍDAS: REDUCCIÓN DEL RIESGO DE LESIONES RECURRENTE

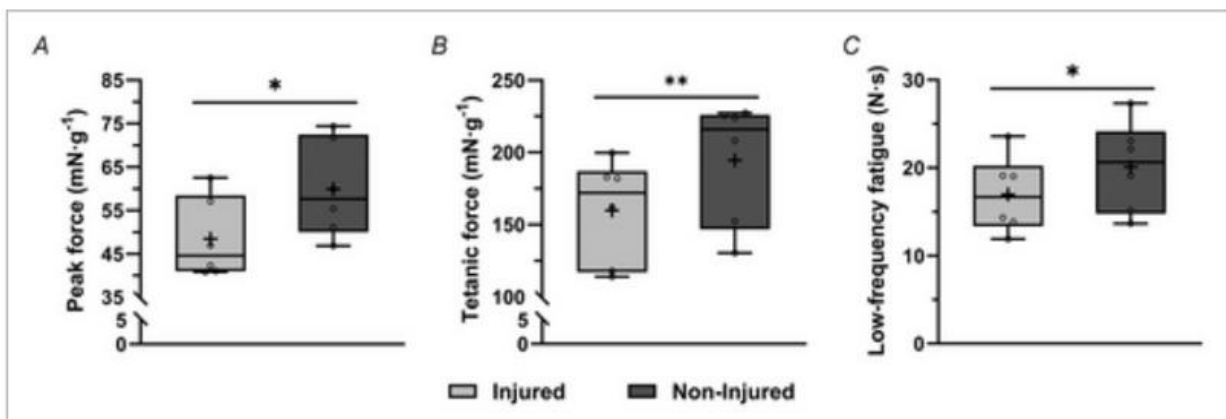
Jugadores con antecedentes de **lesiones recurrentes**, como uno con lesiones repetitivas en el cuádriceps, experimentaron una reducción significativa en la tasa de recaídas tras seguir los protocolos de hipoxia-hiperoxia. Un jugador que normalmente necesitaba entre 5 y 6 semanas para recuperarse pudo reincorporarse en solo 3 semanas y no experimentó nuevas recaídas en las temporadas siguientes. Esto refleja cómo la regeneración muscular optimizada y la mejora de la oxigenación tisular ofrecen una ventaja duradera en la prevención de lesiones crónicas (Burtscher et al., 2023).

IMPACTO DE LA HIPOXIA-HIPEROXIA EN TIEMPOS DE RECUPERACIÓN

Los resultados de los estudios de la **Universidad de Barcelona** y el estudio de **Chronic Intermittent Hypobaric Hypoxia** han establecido un marco claro sobre los beneficios medibles de la hipoxia-hiperoxia en el fútbol. Aquí se resumen los tiempos de recuperación optimizados en comparación con los métodos tradicionales:

LESIÓN	Tiempo recuperación tradicional	Con Hipoxia-Hiperoxia
Lesión Muscular (grado II)	6 semanas	3 - 4 semanas
Fractura de Metatarso	6 - 8 semanas	4 - 5 semanas
Rotura parcial de ligamentos	8 - 12 semanas	5 - 6 semanas
Fractura ósea	6 - 8 semanas	4 - 5 semanas
Fatiga muscular en pre-temporada	Acumulativa	Prevención mediante protocolos

Estos resultados comprueban la **efectividad de la hipoxia-hiperoxia** no solo para acelerar los tiempos de recuperación, sino también para **mejorar el rendimiento** a largo plazo y prevenir lesiones. Esto da a los clubes una ventaja competitiva, permitiendo que sus jugadores clave **regresen al campo en menos tiempo** y con menor riesgo de recaídas.



6. OPTIMIZACIÓN DEL RETURN TO PLAY (RTP)

Mejoras Comparadas con Métodos Tradicionales

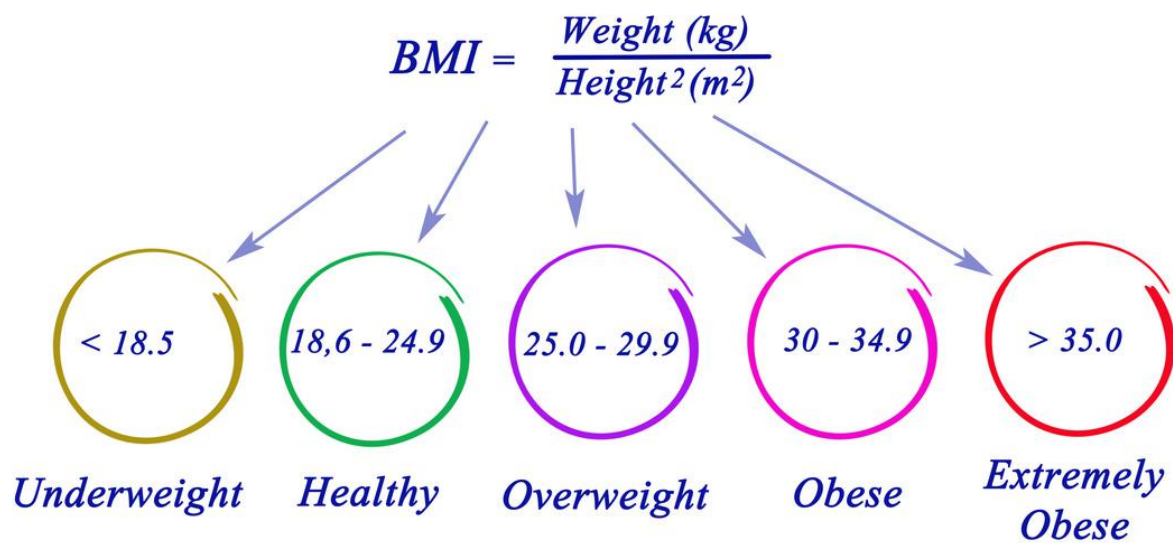
El proceso de **Return to Play** (RTP) es crucial en el fútbol profesional, donde las decisiones sobre el regreso de un jugador tras una lesión pueden tener un impacto directo en el rendimiento del equipo. Tradicionalmente, el RTP se ha basado en evaluaciones médicas generales y rehabilitación física, con un monitoreo limitado del estado fisiológico del jugador durante el proceso. Sin embargo, la implementación de tecnologías avanzadas, como la **hipoxia-hiperoxia**, ha demostrado ser un enfoque más preciso y eficaz.

Con el uso de herramientas como el **Moxy Monitor** para medir la **saturación de oxígeno muscular (SmO2)** y la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV), los equipos médicos pueden monitorear el **estado de recuperación** del jugador en tiempo real. Este enfoque permite realizar ajustes específicos en las cargas de entrenamiento y rehabilitación, optimizando el regreso al juego y reduciendo el riesgo de recaídas.

Mientras que los **métodos tradicionales** pueden no considerar las fluctuaciones en el estado fisiológico del jugador, la combinación de la **hipoxia-hiperoxia** con el monitoreo continuo ofrece una recuperación más personalizada y segura, mejorando el rendimiento sin comprometer la salud.



B O D Y M A S S I N D E X E S



Reducción del Riesgo de Recaídas

Uno de los mayores desafíos al que se enfrentan los equipos durante el **RTP** es evitar las **recaídas**. Las lesiones recurrentes pueden debilitar a los jugadores y afectar gravemente su rendimiento a largo plazo. En este contexto, la **hipoxia-hiperoxia** ha demostrado ser una herramienta poderosa, ya que acelera la regeneración de los tejidos y refuerza la resistencia muscular y ósea.

Al estimular la producción de **óxido nítrico (NO)**, la **hipoxia-hiperoxia** promueve la vasodilatación, lo que mejora la oxigenación y el suministro de nutrientes a los tejidos lesionados, facilitando una recuperación más rápida y eficiente. Esto es particularmente beneficioso en **lesiones musculares, óseas y ligamentosas**, donde se ha observado una reducción significativa de los tiempos de recuperación (Chronic_Intermittent_Hy...).



Recuperación Acelerada de Lesiones Musculares, Óseas y Ligamentosas

La **hipoxia-hiperoxia** no solo mejora el rendimiento, sino que también es crucial para acelerar la recuperación de diversas lesiones deportivas:

- **Lesiones Musculares:** La hipoxia intermitente activa vías regenerativas clave, como la del factor inducible por hipoxia (HIF-1 α), lo que acelera el proceso de miogénesis (formación de nuevas fibras musculares) y reduce los tiempos de recuperación. Por ejemplo, una rotura de fibras musculares, que normalmente requeriría 6 semanas de recuperación, puede reducirse a 3-4 semanas con esta terapia.
- **Lesiones Óseas:** En el caso de fracturas, la hipoxia intermitente estimula la actividad de los osteoblastos, acelerando la consolidación ósea en un 30%, lo que favorece una curación más rápida. Esto es fundamental en deportes de alto impacto como el fútbol, donde las fracturas pueden tener un impacto significativo en la disponibilidad del jugador.
- **Lesiones Ligamentosas y Articulares:** Para lesiones como esguinces o roturas parciales de ligamentos, la hipoxia mejora la angiogénesis (formación de nuevos vasos sanguíneos) y la síntesis de colágeno funcional, acelerando la recuperación en un 25-30% en comparación con los métodos tradicionales. Además, reduce el riesgo de fibrosis, lo que permite una recuperación más limpia y eficiente del tejido lesionado.

Modulación de la Fibrosis



Uno de los beneficios clave de la **hipoxia intermitente** es su capacidad para modular la **fibrosis**. En lesiones graves, la acumulación excesiva de colágeno puede conducir a la fibrosis, lo que afecta negativamente la funcionalidad muscular y aumenta el riesgo de futuras lesiones.

Al reducir esta acumulación, la **hipoxia** asegura una **regeneración** más limpia del tejido, disminuyendo las complicaciones a largo plazo y mejorando el **retorno al juego** sin recaídas.

Aceleración del Retorno al Juego

La **hipoxia-hiperoxia** permite a los jugadores retornar a la competición en menos tiempo, sin comprometer la integridad física. En **lesiones musculares graves**, como roturas de fibras, esta tecnología puede reducir el tiempo de recuperación de 6 semanas a 3-4 semanas, lo que impacta directamente en el **rendimiento del equipo** al reincorporar jugadores clave más rápidamente. Este acortamiento del periodo de baja no solo mejora el rendimiento deportivo, sino que también optimiza la gestión de los **recursos** del equipo.



Mantenimiento del VO2max y Control de la Composición Corporal en Reposo

Un beneficio clave de la **hipoxia-hiperoxia** es su capacidad para mantener el **VO2max** incluso durante los periodos de reposo, lo que es crucial para evitar la pérdida de capacidad aeróbica en jugadores lesionados. Al simular condiciones de **entrenamiento en altitud**, los jugadores pueden mantener su resistencia cardiovascular sin poner en riesgo las zonas lesionadas.

Además, la **hipoxia** también contribuye al mantenimiento del peso corporal, ya que aumenta el gasto energético durante las sesiones, previniendo el aumento de peso y la acumulación de grasa durante la inactividad. Esto asegura que los jugadores mantengan una **composición corporal óptima** sin necesidad de entrenamientos de alta intensidad, facilitando un regreso al juego sin pérdida de rendimiento (Chronic_Intermittent_Hy...).

*“Un beneficio clave de la hipoxia-hiperoxia es su capacidad para mantener el **V02max** incluso durante los periodos de reposo”*



Return to Play Controlado

Para garantizar un regreso seguro al juego, se utilizan herramientas de monitoreo como la **HRV** y el **Moxy Monitor** (SmO₂), que permiten medir el **estado físico** del jugador de manera precisa. Esto asegura que los jugadores estén preparados para volver a la competición sin riesgo de **recaídas** o sobrecargas. El control detallado de estos indicadores permite un **retorno progresivo y seguro**, evitando la **fatiga** excesiva y optimizando el rendimiento del jugador.

Mantener la Condición Física

La **hipoxia intermitente** permite a los jugadores mantener su **capacidad cardiovascular** y **muscular** durante el proceso de recuperación, evitando sobrecargar las áreas lesionadas. Esto reduce el riesgo de pérdida de masa muscular y asegura una recuperación completa y eficaz.

Control de Peso

Durante la **recuperación**, es fundamental evitar el aumento de peso. La **hipoxia-hiperoxia** mejora la eficiencia metabólica y favorece la quema de grasas a intensidades más bajas, permitiendo a los jugadores lesionados mantener su composición corporal y prevenir complicaciones que puedan afectar su movilidad o velocidad.



7. PREVENCIÓN DE LESIONES MEDIANTE HIPOXIA-HIPEROXIA

La **hipoxia-hiperoxia** no sólo acelera la **recuperación de lesiones**, sino que también juega un papel fundamental en la **prevención de lesiones**, lo que representa un valor aún mayor para los futbolistas y los equipos que buscan mantener a sus jugadores en el campo de juego durante toda la temporada. Esta tecnología avanzada no solo mejora la eficiencia en la regeneración de tejidos, sino que también refuerza el sistema musculoesquelético, reduciendo el riesgo de recaídas y sobrecargas típicas del fútbol profesional.



Fortalecimiento Musculoesquelético

Los **protocolos de hipoxia intermitente** estimulan la remodelación ósea y la actividad de los **osteoblastos**, lo que fortalece los huesos y reduce la probabilidad de fracturas, una lesión común en deportes de alto impacto como el fútbol. Además, al promover la **angiogénesis** y la regeneración del tejido conectivo mediante la activación del **HIF-1 α** , esta terapia protege los ligamentos y cartílagos, reduciendo el riesgo de esguinces, desgarros y otras lesiones articulares. Esto optimiza la capacidad de recuperación del cuerpo y garantiza que los jugadores se mantengan **más resistentes** a las cargas y golpes típicos de la competición.

Prevención de la Anemia y Regulación del Hierro

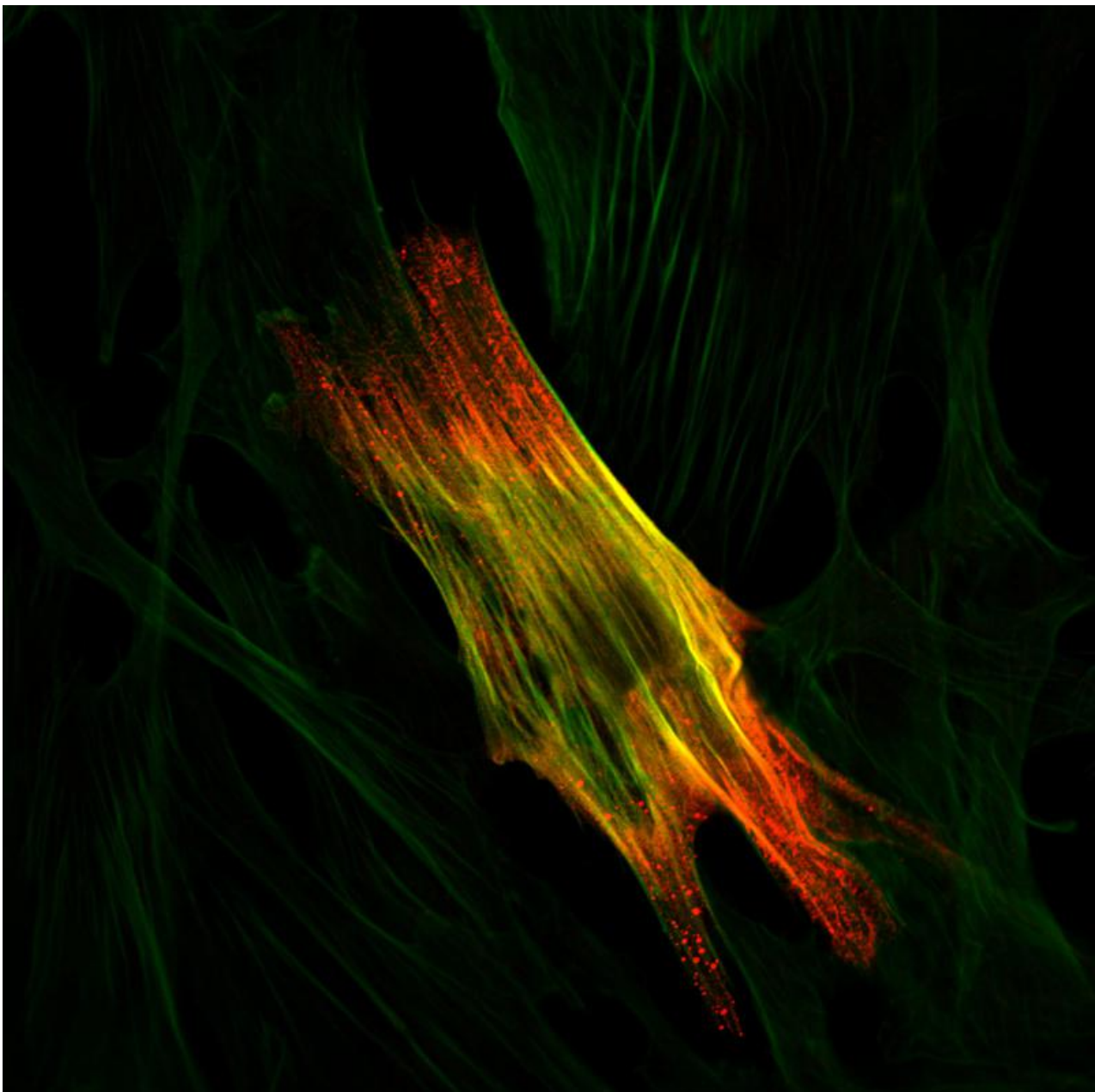
La **hipoxia intermitente** también es eficaz en la prevención de la **anemia**, un problema que puede afectar el rendimiento en deportes de alta intensidad como el fútbol. Durante la hipoxia, se reduce la producción de **hepcidina**, una hormona que limita la absorción de **hierro** y la liberación de sus reservas. Al disminuir los niveles de hepcidina, se incrementa la disponibilidad de hierro en el organismo, favoreciendo la producción de **glóbulos rojos** y mejorando el transporte de oxígeno.

Esto es crucial para los futbolistas, ya que mantener altos niveles de **oxigenación muscular** es fundamental para su resistencia y recuperación en la competición.



Estrés Oxidativo y Protección Celular

El **estrés oxidativo**, que ocurre frecuentemente en atletas debido al ejercicio intenso, es un factor importante en la aparición de **lesiones**. Este proceso puede dañar las **células musculares** y otros tejidos, lo que incrementa el riesgo de lesiones por fatiga. La hipoxia intermitente activa las vías antioxidantes naturales del cuerpo, que protegen a las células del daño oxidativo, reduciendo la fatiga muscular y la probabilidad de lesiones. Esta capacidad para mitigar el daño celular es clave para mantener a los jugadores en su mejor forma física durante toda la temporada, ayudándoles a evitar las complicaciones derivadas de la acumulación de radicales libres.



Prevención de Lesiones Durante los Viajes

Los viajes frecuentes en **avión**, especialmente los vuelos largos, plantean desafíos importantes para los futbolistas. A altitudes elevadas, se produce una **desaturación de oxígeno** que puede reducir la saturación en sangre entre un 5% y un 10%, lo que afecta negativamente la **recuperación muscular y el rendimiento físico**. Además, los vuelos largos alteran los ritmos circadianos y el sistema nervioso, lo que incrementa la fatiga y disminuye la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV), aumentando el riesgo de lesiones. La deshidratación provocada por la baja humedad en las cabinas reduce la elasticidad muscular y afecta la coordinación, exacerbando aún más el riesgo de lesión.

Para contrarrestar estos efectos, la estrategia de **hiperoxia** tras los vuelos es altamente efectiva, ya que mejora la **oxigenación** de los tejidos y restablece el **equilibrio del sistema nervioso**. La combinación de **hipoxia-hiperoxia** incrementa la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno, potenciando la capacidad del cuerpo para utilizarlo de manera eficiente. Al mejorar la **producción de energía mitocondrial** y optimizar el transporte de oxígeno, esta estrategia reduce la **fatiga** y ayuda a los jugadores a recuperarse rápidamente, permitiéndoles competir de inmediato tras un viaje largo, sin comprometer su rendimiento físico.



Prevención de Lesiones Musculares y Modulación de la Fibrosis

Uno de los beneficios clave de la **hipoxia intermitente** es su capacidad para modular la **fibrosis**. En lesiones graves, la acumulación excesiva de colágeno puede conducir a la fibrosis, lo que afecta negativamente la funcionalidad muscular y aumenta el **riesgo de futuras lesiones**. Al reducir esta acumulación, la hipoxia asegura una regeneración más limpia del tejido, disminuyendo las complicaciones a largo plazo y mejorando el **retorno al juego** sin recaídas.

"En el ámbito del fútbol, entre un 7% y un 31% de los músculos lesionados por tensión acaban sufriendo una lesión recurrente en el mismo lugar."



La **hipoxia intermitente** es particularmente eficaz para tratar los microdaños musculares y las sobrecargas, que pueden evolucionar en lesiones más graves si no se tratan adecuadamente.

Uno de los principales beneficios de esta terapia es su capacidad para **modular la acumulación de colágeno**, lo que previene la **fibrosis**, una condición que puede limitar la funcionalidad muscular y aumentar el riesgo de lesiones recurrentes.

Al integrar la **hipoxia intermitente** en los **protocolos de prevención de lesiones**, se consigue un tejido muscular más saludable y resistente, lo que reduce el riesgo de recaídas y mejora el rendimiento a largo plazo. Esta estrategia asegura un retorno al juego más seguro y eficiente, disminuyendo el riesgo de complicaciones a lo largo de la temporada.

8. IMPACTO PSICOLÓGICO EN LA RECUPERACIÓN DEL JUGADOR

El **aspecto mental** durante el proceso de recuperación es crucial, ya que la motivación y el bienestar psicológico del jugador influyen directamente en la **eficacia de la rehabilitación**. No solo se trata de sanar físicamente, sino también de mantener una mentalidad positiva y prepararse psicológicamente para volver al juego con confianza. La **hipoxia-hiperoxia**, al acelerar la curación física, también ofrece beneficios psicológicos clave, ayudando a los jugadores a mantener un enfoque positivo y a recuperar su confianza antes de reincorporarse a la competición.



Reducción del Estrés Psicológico

Uno de los grandes beneficios de la **hipoxia-hiperoxia** es que permite a los jugadores realizar **entrenamientos controlados** incluso durante el proceso de recuperación. Este factor es vital, ya que evita que el jugador se sienta inactivo o improductivo, lo que a menudo puede generar **ansiedad** y estrés. La capacidad de seguir entrenando a menor intensidad, pero de manera efectiva, ayuda a los jugadores a mantenerse mentalmente activos, manteniendo su actitud positiva mientras preparan su cuerpo para el regreso a la competición.

La posibilidad de mantenerse en movimiento y trabajar en su acondicionamiento físico, aunque de manera moderada, refuerza el **sentido de progreso** y control sobre el **proceso de recuperación**. Esto mitiga el impacto psicológico negativo que a menudo acompaña a los periodos prolongados de inactividad debido a lesiones graves.



Confianza en el Retorno

El **aspecto psicológico** más importante de la recuperación es la confianza del jugador en su capacidad para volver al juego sin el riesgo de nuevas **lesiones o recaídas**. El uso de herramientas avanzadas de monitoreo, como la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV) y el **Moxy Monitor** (SmO₂), permite un seguimiento constante y en tiempo real del estado físico del jugador. Este monitoreo continuo proporciona una visión clara y objetiva de su **estado de recuperación**, lo que ayuda a los jugadores a sentirse seguros y mentalmente preparados para regresar al campo.

Saber que su **estado físico** está siendo evaluado y monitoreado continuamente aumenta la confianza del jugador, ya que puede estar seguro de que está listo tanto física como mentalmente para regresar a la competición. Esto no solo reduce el **miedo a una recaída**, sino que también asegura que el jugador se reincorpore a los entrenamientos y a la competición en las mejores condiciones posibles, minimizando el riesgo de lesiones por **sobrecarga física o estrés psicológico**.

Integración de la Preparación Mental en la Recuperación Física

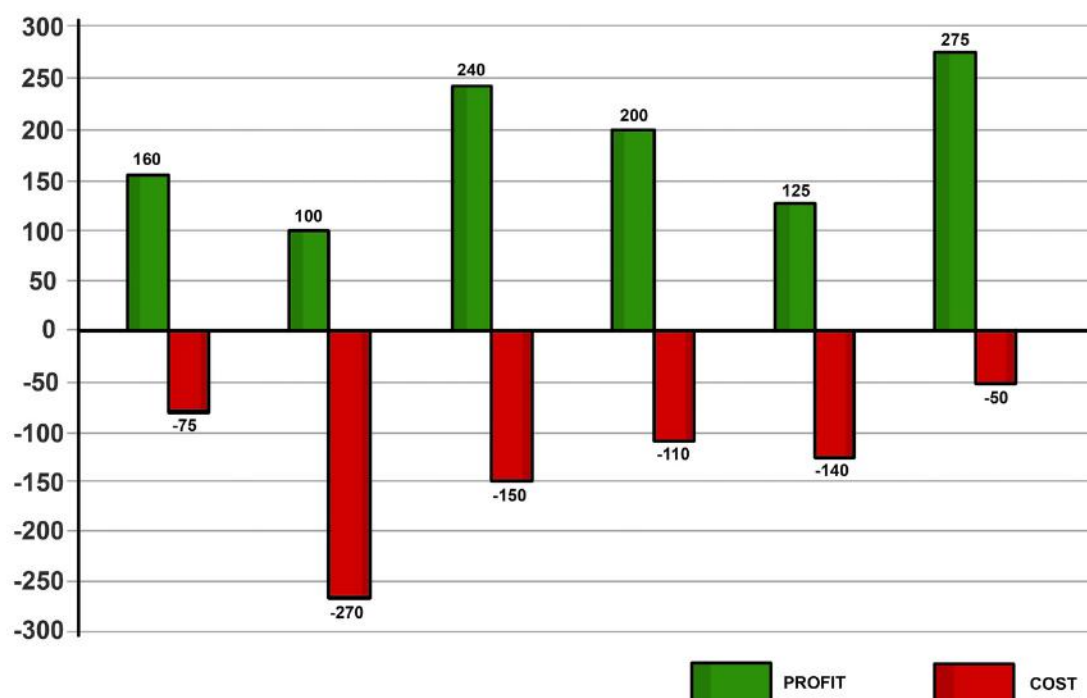
Además de los beneficios físicos, el **proceso de recuperación** mediante hipoxia-hiperoxia permite que los jugadores trabajen en su **preparación mental** de manera paralela. La posibilidad de mantenerse activos físicamente, aunque a menor intensidad, les ayuda a conservar su enfoque en el regreso al juego. Esto se traduce en una recuperación integral, donde cuerpo y mente se preparan conjuntamente para el retorno a la competición, lo que optimiza no solo el rendimiento físico, sino también el **rendimiento mental** en situaciones de alta presión, como los partidos decisivos.



9. REDUCCIÓN DE COSTES: IMPACTO FINANCIERO Y ESTRATÉGICO

Como ya hemos visto al inicio de este ebook, el **impacto financiero de las lesiones** en el fútbol profesional es significativo.

Un jugador con un salario anual de 1 millón de euros representa un coste semanal considerable. Reducir el tiempo de baja a la mitad, gracias a la **terapia de hipoxia-hiperoxia**, implica un ahorro directo de entre 38.400€ y 57.500€ en salarios, dependiendo de la duración de la recuperación. Estos datos ponen de manifiesto el potencial económico de esta terapia.



Optimización de Recursos

Más allá del **ahorro en salarios**, la terapia de hipoxia-hiperoxia ofrece múltiples ventajas económicas para los clubes. Al acortar los tiempos de recuperación, se reducen los **costes médicos asociados a tratamientos prolongados** y se evita la necesidad de contratar jugadores temporales. Además, contar con la plantilla al completo permite mantener un nivel de **rendimiento más estable** y competitivo, lo que puede traducirse en mejores resultados deportivos y mayores ingresos por derechos televisivos y patrocinios.

Ventaja Competitiva en el Fútbol Moderno

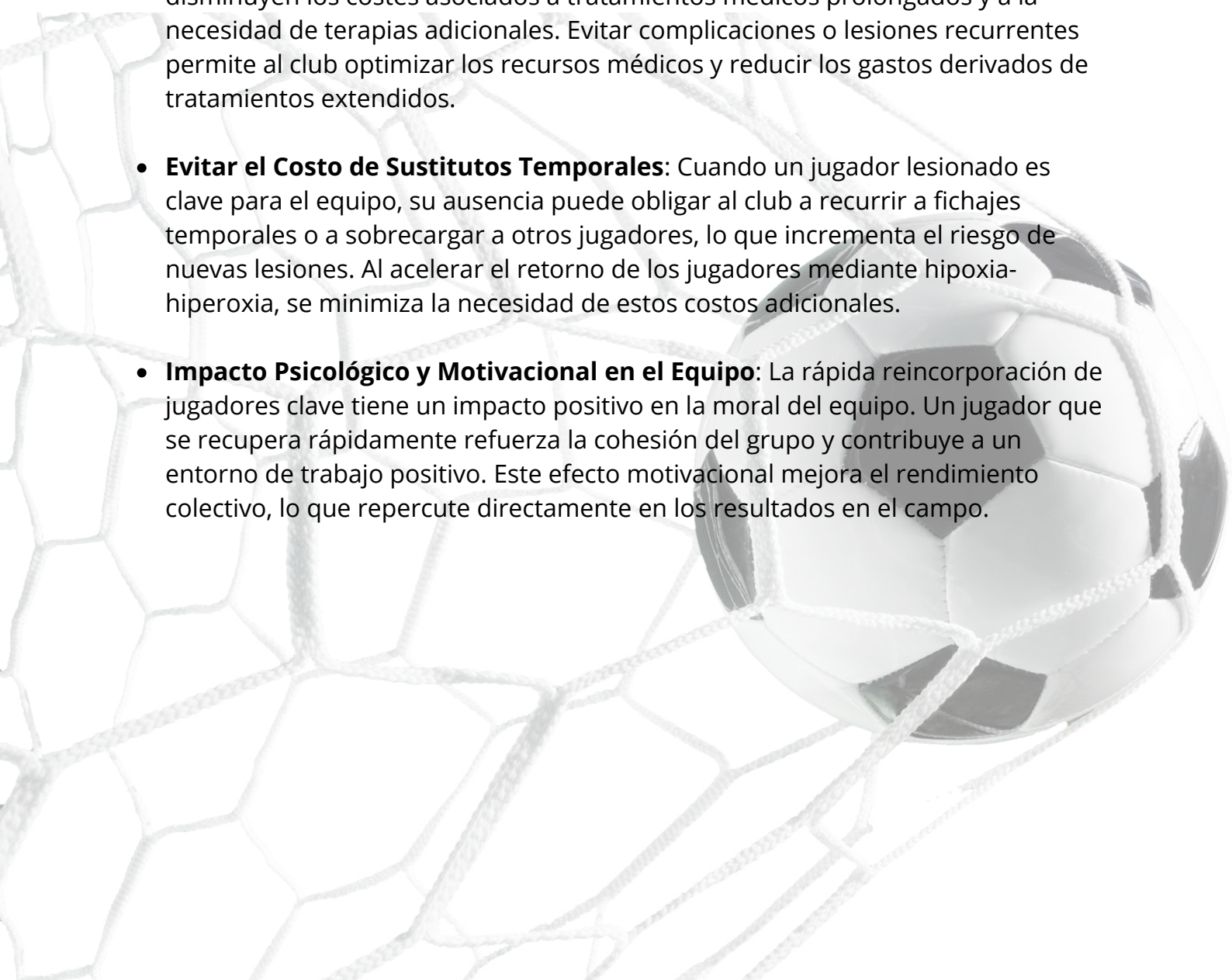
En el fútbol actual, donde cada detalle marca la diferencia, la **ventaja competitiva** se construye sobre bases sólidas. La **hipoxia-hiperoxia** ofrece a los clubes una herramienta poderosa para optimizar el rendimiento de sus jugadores y superar a sus rivales. Al acelerar la recuperación y mejorar la condición física, esta tecnología garantiza que los equipos estén siempre al **máximo nivel**, listos para afrontar cualquier desafío. Los clubes que invierten en **soluciones innovadoras** como esta no solo obtienen mejores resultados deportivos, sino que también consolidan su posición en el mercado.



Beneficios Adicionales No Financieros

El ahorro generado por la **reducción de tiempos de recuperación** mediante la terapia de **hipoxia-hiperoxia** no se limita únicamente a los costes salariales. Existen beneficios adicionales que influyen tanto en el **rendimiento deportivo** como en la gestión estratégica del equipo:

- **Rendimiento Deportivo:** Al reducir el tiempo de recuperación de los jugadores, estos pueden reincorporarse a la competición más rápido, lo que aumenta las probabilidades de obtener mejores resultados deportivos. Un jugador clave que se recupera rápidamente puede influir en partidos cruciales, mejorando la posición del equipo en la liga o en torneos internacionales. Este éxito deportivo puede traducirse en mayores premios por rendimiento y mayor visibilidad mediática, atrayendo nuevos patrocinadores.
- **Reducción de Costes Médicos:** Al acelerar la recuperación, también se disminuyen los costes asociados a tratamientos médicos prolongados y a la necesidad de terapias adicionales. Evitar complicaciones o lesiones recurrentes permite al club optimizar los recursos médicos y reducir los gastos derivados de tratamientos extendidos.
- **Evitar el Costo de Sustitutos Temporales:** Cuando un jugador lesionado es clave para el equipo, su ausencia puede obligar al club a recurrir a fichajes temporales o a sobrecargar a otros jugadores, lo que incrementa el riesgo de nuevas lesiones. Al acelerar el retorno de los jugadores mediante hipoxia-hiperoxia, se minimiza la necesidad de estos costos adicionales.
- **Impacto Psicológico y Motivacional en el Equipo:** La rápida reincorporación de jugadores clave tiene un impacto positivo en la moral del equipo. Un jugador que se recupera rápidamente refuerza la cohesión del grupo y contribuye a un entorno de trabajo positivo. Este efecto motivacional mejora el rendimiento colectivo, lo que repercute directamente en los resultados en el campo.



Perspectiva a Corto y Largo Plazo

Si extendemos este modelo de ahorro a lo largo de una temporada completa, el **impacto financiero** de la reducción de tiempos de baja en un equipo que experimenta múltiples lesiones se vuelve exponencial. En un club con 5 o 6 jugadores clave, todos con contratos de alto valor, la aplicación de la **terapia de hipoxia-hiperoxia** para reducir los tiempos de recuperación puede generar ahorros significativos.

- **Impacto a Corto Plazo:** En el corto plazo, la hipoxia-hiperoxia permite que los jugadores vuelvan a la competición más rápidamente, lo que tiene un impacto inmediato en el rendimiento deportivo del equipo. Este retorno acelerado puede ser determinante en partidos cruciales, mejorando la competitividad del equipo en ligas y torneos.
- **Impacto a Largo Plazo:** A largo plazo, este enfoque optimiza la gestión financiera y deportiva del club, maximizando el retorno de inversión en los jugadores. Además, previene lesiones recurrentes y asegura la salud continua de los jugadores, consolidando la estabilidad del club en el largo plazo.

En resumen, la **hipoxia-hiperoxia** no solo mejora la salud y el rendimiento de los jugadores, sino que también representa una **estrategia económica** altamente eficaz, optimizando el retorno de inversión en jugadores clave y generando un impacto positivo en todos los niveles del club, desde el **rendimiento** en el campo hasta la gestión financiera.

*“Más allá del ahorro en salarios, la terapia de **hipoxia-hiperoxia** ofrece múltiples ventajas económicas para los clubes”.*



10. INTEGRACIÓN PRÁCTICA PARA EL EQUIPO DE FÚTBOL

Aplicación en el Fútbol

La **hipoxia-hiperoxia** puede integrarse de manera práctica y efectiva en el día a día de un equipo de fútbol, con sesiones cortas y eficientes que se ajustan sin problemas a las dinámicas existentes, como la **fisioterapia** y los entrenamientos regulares. Estas sesiones suelen tener una duración de 15 a 45 minutos, según las necesidades individuales y el estado físico del jugador. La **flexibilidad** de esta tecnología permite mejorar la **regeneración muscular y optimizar el rendimiento aeróbico** sin interrumpir las rutinas establecidas, lo que es clave durante las fases de **rehabilitación** o **preparación física**, donde la gestión de la **fatiga** es crítica.

El **enfoque multidisciplinar** de la hipoxia-hiperoxia asegura que los jugadores puedan beneficiarse de sus efectos sin comprometer otros aspectos de su preparación. Durante la **rehabilitación**, los jugadores pueden realizar sesiones que mejoran la oxigenación y la regeneración muscular, combinando la terapia con su trabajo de fisioterapia. Además, en la **fase de preparación física**, estas sesiones se adaptan para aumentar la resistencia aeróbica y potenciar el rendimiento, lo que la convierte en una **herramienta eficaz** tanto para la prevención de lesiones como para la mejora continua del jugador.



Sesiones Individualizadas y Control de la Carga Interna (SPO2 - HRV - SMO2 - FC)

Uno de los mayores beneficios de la **hipoxia-hiperoxia** es su capacidad para ser individualizada. Cada jugador recibe un plan personalizado basado en su estado físico y su fase de recuperación. La monitorización constante mediante herramientas como **SPO2, HRV, SMO2 y FC** permite ajustar la intensidad de las sesiones de hipoxia en tiempo real. Esto garantiza que el jugador reciba la carga adecuada para su recuperación o mejora sin **riesgo de fatiga o sobrecarga**.

Por ejemplo, un jugador que está en las primeras fases de recuperación de una **lesión muscular** puede beneficiarse de sesiones controladas que se integren con su rutina de **fisioterapia**. Estas sesiones pueden ser cortas al principio, permitiendo al jugador mantener una actividad moderada sin aumentar el estrés en la zona lesionada. A medida que avanza en su recuperación, las sesiones se ajustan gradualmente para **aumentar la carga interna** sin comprometer el proceso de rehabilitación, asegurando un progreso constante y seguro.



Control de la hormesis y seguridad en todas las fases de la Rehabilitación



El concepto de **hormesis** —la capacidad del cuerpo para beneficiarse de un estrés controlado, como la **hipoxia**— es clave en esta terapia. Sin embargo, para que la hormesis sea efectiva y segura, es necesario un control riguroso de la carga interna.

A través del **monitoreo de SPO2, HRV, SMO2 y FC**, los entrenadores y fisioterapeutas pueden ajustar la intensidad de las sesiones en tiempo real, garantizando que los jugadores no sobrepasen sus límites y evitando picos de fatiga que puedan comprometer su recuperación.

La **hipoxia-hiperoxia** puede utilizarse de manera controlada en todas las fases de la rehabilitación deportiva. Durante las primeras etapas de la **recuperación**, se pueden realizar sesiones en reposo que estimulan la regeneración tisular. Conforme el jugador avanza, las sesiones pueden integrarse en ejercicios de bajo impacto para mantener la actividad sin **sobrecargar** las zonas lesionadas. En las **fases finales** de la rehabilitación, la hipoxia-hiperoxia sigue siendo eficaz para acelerar la recuperación y asegurar un retorno al juego seguro y eficiente.

Mejora del Rendimiento y Prevención de Lesiones

Si bien este ebook se ha centrado en la **prevención de lesiones**, es importante destacar que la **hipoxia-hiperoxia** también es una herramienta multidisciplinar que puede mejorar el rendimiento general del jugador. Al aumentar la resistencia aeróbica, optimizar la regeneración muscular y mejorar la oxigenación, esta tecnología se convierte en un aliado clave para los equipos que buscan maximizar el rendimiento de sus jugadores a lo largo de toda la temporada.

La **hipoxia-hiperoxia** es una inversión estratégica para los clubes, no solo en términos de prevención de lesiones, sino también en el desarrollo continuo de las capacidades físicas de los jugadores. Desde mejorar la resistencia durante los entrenamientos hasta acelerar la **recuperación** tras partidos intensos, esta tecnología garantiza que los jugadores estén en su mejor estado físico para enfrentar los **desafíos** del fútbol moderno, donde cada partido y cada punto pueden marcar la diferencia.



11. CONCLUSIÓN Y PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

Resumen de los Beneficios

La **hipoxia-hiperoxia** ha demostrado ser una herramienta revolucionaria en el ámbito deportivo, proporcionando múltiples beneficios tanto en la aceleración de la recuperación como en la **prevención de lesiones**. Su capacidad para mejorar la oxigenación muscular, acelerar la regeneración de tejidos y mantener la **capacidad aeróbica** durante periodos de inactividad la convierten en una tecnología imprescindible para los equipos que buscan optimizar el **rendimiento** de sus jugadores. Esta tecnología no solo reduce el tiempo de inactividad de los jugadores, sino que también aumenta su longevidad deportiva, permitiéndoles mantener un nivel de rendimiento constante y eficiente.

Además, la **hipoxia-hiperoxia** ofrece un valor económico significativo para los clubes al minimizar los costes asociados con **lesiones prolongadas**, la necesidad de fichajes temporales y los **costes médicos adicionales**. A través del monitoreo preciso de la carga interna de los jugadores mediante herramientas como SPO2, HRV, SMO2 y FC, se garantiza que cada sesión esté ajustada de manera óptima a las necesidades de cada jugador, evitando picos de **fatiga** y mejorando la seguridad y eficacia de la terapia.



Implementación Inmediata

Para que los clubes puedan aprovechar estos **beneficios** de inmediato, recomendamos seguir estas pautas prácticas para la implementación de la **hipoxia-hiperoxia**:

1. **Evaluación de las necesidades del equipo:** Analizar qué jugadores, según su historial de lesiones o necesidades de mejora de rendimiento, podrían beneficiarse más de la terapia. Esto permitirá priorizar y diseñar planes específicos para cada atleta.
2. **Incorporar tecnología de calidad:** Utilizar dispositivos de hipoxia-hiperoxia que permitan un monitoreo en tiempo real de los parámetros fisiológicos. Esto es crucial para ajustar la intensidad de las sesiones y asegurar que cada jugador reciba la dosis adecuada de tratamiento sin riesgos innecesarios.
3. **Personalizar los protocolos:** Adaptar cada sesión según el estado actual del jugador, su nivel de fatiga y sus objetivos. Los planes individualizados deben ajustarse regularmente, garantizando que cada sesión maximice los beneficios sin causar sobrecargas.
4. **Capacitación del personal:** Asegurarse de que el equipo médico y los preparadores físicos estén capacitados en el uso de la tecnología y sepan interpretar los datos obtenidos para realizar ajustes en tiempo real. Un buen manejo de la hipoxia-hiperoxia asegura su eficacia y seguridad.
5. **Integración gradual:** Iniciar con sesiones cortas y controladas, especialmente durante la rehabilitación o post-entrenamientos. A medida que los jugadores se adapten, aumenta la duración e intensidad de las sesiones para optimizar su recuperación y rendimiento.



Sigamos aprendiendo

La **hipoxia-hiperoxia** representa una oportunidad de transformación inmediata para los clubes y equipos deportivos. Adoptar esta **tecnología** no solo mejorará el rendimiento de los jugadores, sino que también reducirá los costos asociados con lesiones, acelerará la recuperación y fortalecerá la salud general del equipo. Los clubes que implementan esta estrategia podrán mantener a sus jugadores en su máximo estado físico, brindando una clara ventaja competitiva.

Es momento de actuar. Numa ofrece soluciones efectivas con **Mitovit**, y sus integraciones con **HRV y Moxy Monitor**, una herramienta que asegura una rápida adaptación y beneficios inmediatos. Con una curva de aprendizaje baja y resultados tangibles desde el primer día, esta tecnología está al alcance de cualquier equipo o individuo que busque potenciar su rendimiento. El futuro del fútbol de élite se construye hoy, y la hipoxia-hiperoxia es la clave para llevar el rendimiento de los jugadores al siguiente nivel. ¡Elige ganar, elige hipoxia-hiperoxia!



12. ¿POR QUÉ MITOVIT?

Mitovit es la herramienta clave en la que nos hemos basado en Numa para el desarrollo de **protocolos** eficaces que aseguren los beneficios de la **hipoxia-hiperoxia y que** sean accesibles de manera segura, eficaz y personalizada para cada jugador. A diferencia de otros dispositivos, **Mitovit** está diseñado específicamente para eliminar la variabilidad en las respuestas a la terapia, proporcionando un enfoque preciso y adaptable que se ajusta a las **necesidades fisiológicas** de cada deportista, tanto en situaciones de reposo como durante el ejercicio.



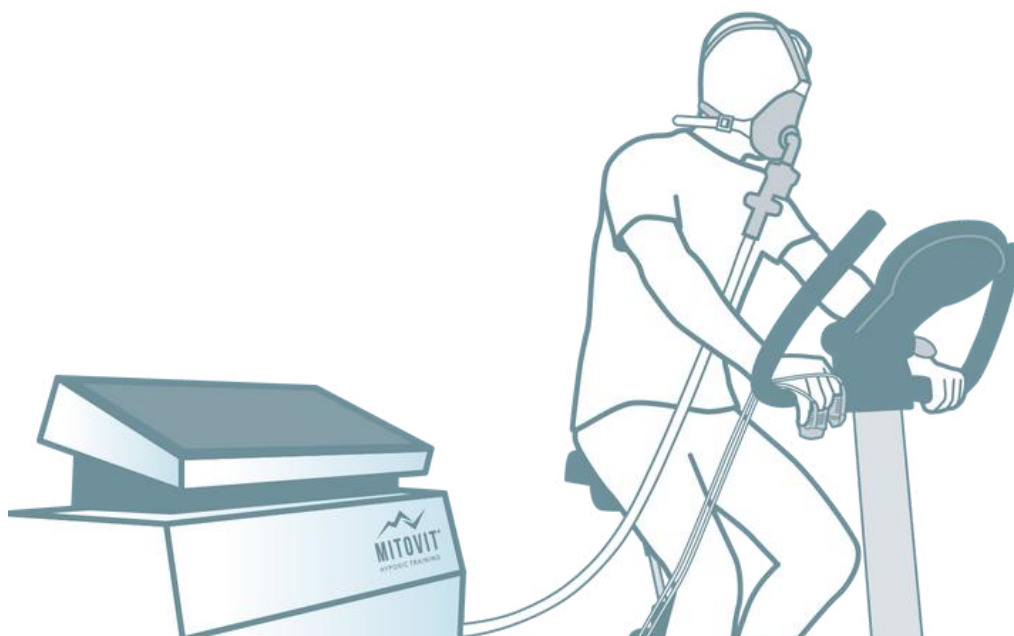
Seguridad y Eliminación de la Variabilidad

Uno de los grandes desafíos en los métodos tradicionales es la **variabilidad** en las respuestas de los jugadores. Esto se traduce en que algunos responden favorablemente mientras que otros no logran alcanzar los mismos beneficios. Con **Mitovit**, hemos resuelto este problema porque posee un sistema que monitorea y ajusta en tiempo real los **parámetros fisiológicos** clave como la saturación de oxígeno muscular (SmO₂), la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV) y la frecuencia cardíaca. Esto permite eliminar esa distinción entre "**respondedores**" y "**no respondedores**", asegurando que cada jugador reciba una terapia completamente adaptada a su perfil.

Uso Versátil en Ejercicio y Reposo

Otra ventaja importante de **Mitovit** es su capacidad para ser utilizado en diferentes fases del **ciclo de entrenamiento y recuperación**. Puede integrarse sin problemas tanto durante el reposo como en sesiones de ejercicio activo, permitiendo a los jugadores recuperarse más rápidamente sin comprometer su rendimiento aeróbico ni aumentar la carga sobre las zonas lesionadas.

Durante los periodos de reposo, **Mitovit** optimiza el proceso de regeneración al inducir adaptaciones fisiológicas que mejoran la **oxigenación** de los tejidos y aceleran la recuperación celular. En las fases de ejercicio, permite un control riguroso de la carga, asegurando que el jugador pueda entrenar con seguridad sin sobrecargar su sistema ni retrasar el proceso de curación.



Adaptabilidad y Precisión

El diseño de **Mitovit** permite adaptarse perfectamente a las necesidades de cada jugador, ajustando la intensidad y duración de las sesiones según los datos en tiempo real proporcionados por los **dispositivos de monitoreo**. Esta capacidad de personalización es fundamental para asegurar una **recuperación rápida** y segura, mientras se mantiene el rendimiento óptimo en el campo.

Al ser adaptable a distintas **fases de recuperación**, desde la inactividad hasta el entrenamiento activo, **Mitovit** se convierte en una herramienta indispensable para los equipos médicos y técnicos, que pueden ajustar el tratamiento según las circunstancias de cada jugador y optimizar su retorno al juego.

Innovación al Servicio de la Recuperación

En **Numa**, nos hemos esforzado por desarrollar un sistema que reduzca los riesgos, elimine las incertidumbres y permita a los jugadores recuperarse de manera rápida y efectiva. **Mitovit** ofrece no solo la seguridad de un tratamiento científicamente respaldado, sino también la certeza de que cada sesión está perfectamente ajustada a las capacidades y necesidades del jugador en cada **etapa de su recuperación**.

Gracias a esta tecnología, los jugadores no solo vuelven al campo en las mejores condiciones posibles, sino que lo hacen de manera segura, **minimizando el riesgo de recaídas** y asegurando que su recuperación sea rápida, completa y sostenible a lo largo del tiempo.



13. BIBLIOGRAFÍA

Krumm B et al. Mechanisms underlying the health benefits of intermittent hypoxia conditioning. J Physiol. 2023 Oct 20. doi: 10.1113/JP285230.

Este estudio explora los mecanismos por los cuales la exposición intermitente a la hipoxia mejora la salud. Se discuten los beneficios potenciales del acondicionamiento hipóxico para diversas condiciones físicas.

Santocildes G, Viscor G, Pagès T, Torrella JR. Simulated altitude is medicine: intermittent exposure to hypobaric hypoxia and cold accelerates injured skeletal muscle recovery. J Physiol. First published 28 December 2023. doi: 10.1113/JP285398.

El artículo investiga cómo la exposición intermitente a hipoxia hipobárica y frío ayuda en la recuperación de músculos esqueléticos lesionados, proponiendo esta técnica como una terapia eficaz.

Girard O, Matic Girard I, Peeling P. Hypoxic conditioning: a novel therapeutic solution for load-compromised individuals to achieve similar exercise benefits by doing less mechanical work! Br J Sports Med. 2021 Sep;55(17):944-945. doi: 10.1136/bjsports-2020-103186.

El artículo propone el acondicionamiento hipóxico como una solución terapéutica novedosa para individuos con limitaciones físicas, logrando beneficios similares al ejercicio con menos esfuerzo físico.

Zembroń-Lacny A, Gramacki A, Wawrzyniak-Gramacka E, Tylutka A, Hertmanowska N, Kasperska A et al. Intermittent Hypoxic Exposure with High Dose of Arginine Impact on Circulating Mediators of Tissue Regeneration. Nutrients. 2020;12(7):1933. doi: 10.3390/nu12071933.

Este estudio analiza el impacto de la exposición intermitente a hipoxia en los mediadores circulantes de la regeneración tisular.

Britto FA, Gnimassou O, De Groote E, Balan E, Warnier G, Everard A et al. Acute environmental hypoxia potentiates satellite cell-dependent myogenesis in response to resistance exercise through the inflammation pathway in human. FASEB J. 2020;34(1):1885-1900. doi: 10.1096/fj.201902244R.

El estudio revela cómo la hipoxia aguda ambiental potencia la miogénesis dependiente de células satélite en respuesta al ejercicio de resistencia, activando la vía inflamatoria.

Khoswanto C. Hypoxia Inducible Factor 1a as Key Factor in Wound Healing Post Tooth Extraction: an Overview. J In Dent Med Res. 2020;13(3):1191-1197.

Este artículo examina el papel del factor inducible por hipoxia 1α (HIF-1α) en la cicatrización de heridas tras la extracción de un diente, destacando su importancia en la reparación tisular.

Cirillo F, Resmini G, Ghiroldi A, Piccoli M, Bergante S, Tettamanti G et al. Activation of the hypoxia-inducible factor 1α promotes myogenesis through the noncanonical Wnt pathway, leading to hypertrophic myotubes. FASEB J. 2017;31(5):2146-2156. doi: 10.1096/fj.201600878R.

El estudio analiza cómo la activación del HIF-1α promueve la miogénesis a través de la vía no canónica de Wnt, dando lugar a miotubos hipertróficos.

Yang X, Yang S, Wang C, Kuang S. The hypoxia-inducible factors HIF1α and HIF2α are dispensable for embryonic muscle development but essential for postnatal muscle regeneration. J Biol Chem. 2017;292(14):5981-5991. doi: 10.1074/jbc.M116.756312.

Este trabajo destaca que los factores HIF1α y HIF2α no son necesarios para el desarrollo muscular embrionario, pero son cruciales para la regeneración muscular postnatal.

Navarrete-Opazo A, Mitchell GS. Therapeutic potential of intermittent hypoxia: a matter of dose. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 2014;307(10) doi: 10.1152/ajpregu.00208.2014.

El artículo analiza el potencial terapéutico de la hipoxia intermitente, enfatizando la importancia de la dosis para lograr beneficios en la salud.

Domínguez R, Garnacho-Castaño MV, Maté-Muñoz JL. Efecto de la hepcidina en el metabolismo del hierro en deportistas. Nutr Hosp. 2014;30(6):1218-1231. doi: 10.3305/nh.2014.30.6.7440.

Este estudio evalúa el impacto de la hepcidina en el metabolismo del hierro en deportistas, especialmente durante el ejercicio intenso.

Kayser B, Verges S. Hypoxia, energy balance and obesity: from pathophysiological mechanisms to new treatment strategies. Obes Rev. 2013 Jul;14(7):579-92. doi: 10.1111/obr.12034.

El artículo discute cómo la hipoxia afecta el balance energético y el manejo de la obesidad, proponiendo nuevas estrategias terapéuticas.

Guner I, Uzun DD, Yaman MO, Genc H, Gelisgen R, Korkmaz GG et al. The effect of chronic long-term intermittent hypobaric hypoxia on bone mineral density in rats: role of nitric oxide. Biol Trace Elem Res. 2013 Aug;154(2):262-7. doi: 10.1007/s12011-013-9722-8.

El estudio investiga cómo la hipoxia hipobárica intermitente a largo plazo afecta la densidad ósea en ratas, señalando el papel del óxido nítrico.

Urdampilleta A, González-Muniesa P, Portillo MP, Martínez JA. Usefulness of combining intermittent hypoxia and physical exercise in the treatment of obesity. J Physiol Biochem. 2012 Jun;68(2):289-304. doi: 10.1007/s13105-011-0115-1.

El estudio evalúa la utilidad de combinar hipoxia intermitente con ejercicio físico en el tratamiento de la obesidad.

Ganz T. Heparin and iron regulation, 10 years later. Blood. 2011;117(17):4425-4433. doi: 10.1182/blood-2011-01-258467.

Este artículo revisa los avances en el conocimiento sobre la regulación del hierro y el papel clave de la hepcidina diez años después de su descubrimiento.

Maes M. Inflammatory and oxidative and nitrosative stress pathways underpinning chronic fatigue, somatization and psychosomatic symptoms. Curr Opin Psychiatry. 2009;22(1):75-83. doi: 10.1097/ycp.0b013e32831a4728.

Este artículo analiza cómo las vías inflamatorias y de estrés oxidativo y nitrosativo influyen en la fatiga crónica y otros síntomas psicósomáticos.

Litovka IH. [Alimentary and oxygen deprivation as the modulator of the bone tissue physiological remodelling rate in young rats]. Fiziol Zh. 2008;54(1):85-93. (In Ukrainian).

El estudio explora cómo la privación alimentaria y de oxígeno modula la tasa de remodelación fisiológica del tejido óseo en ratas jóvenes.

Nemeth E, Rivera S, Gabayan V, Keller C, Taudorf S, Pedersen B et al. IL-6 mediates hypoferrremia of inflammation by inducing the synthesis of the iron regulatory hormone hepcidin. J Clin Invest. 2004;113(9):1271-1276. doi: 10.1172/JCI20945.

Este artículo muestra cómo la IL-6 induce la síntesis de hepcidina, regulando los niveles de hierro durante la inflamación, lo que disminuye su absorción y liberación desde los depósitos celulares. En el fútbol, este proceso es relevante ya que el estrés físico y las lesiones pueden aumentar la inflamación, afectando el metabolismo del hierro y, potencialmente, el rendimiento de los jugadores. Una correcta gestión de estos mecanismos es crucial para prevenir la anemia y optimizar la recuperación y el rendimiento en el deporte.

Zhang L, Jin L, Guo J, Bao K, Hu J, Zhang Y, Hou Z, Zhang L. Chronic Intermittent Hypobaric Hypoxia Enhances Bone Fracture Healing. Front Endocrinol (Lausanne). 2021;11:582670. doi: 10.3389/fendo.2020.582670.

Este estudio investiga cómo la exposición crónica a la hipoxia hipobárica intermitente (CIHH) mejora la curación de fracturas óseas. Los resultados muestran que la CIHH acelera la consolidación ósea y mejora la resistencia y elasticidad del hueso en comparación con métodos tradicionales. El mecanismo subyacente incluye la activación de factores relacionados con la angiogénesis y la formación ósea, como HIF-1, VEGF y SDF-1, lo que sugiere que la hipoxia intermitente puede ser una herramienta terapéutica eficaz para la recuperación de lesiones óseas en deportes de alto impacto.



Entrenamiento en Hipoxia

