



Instituto Superior

NUEVA PREPARACIÓN FÍSICA

A-1531 INSTITUTO INCORPORADO A LA ENSEÑANZA OFICIAL

Unidad 2 Clase 3

Entrenamiento en Hipoxia

Conceptos de Bataller en la Sección VI. Entrenamiento en Hipoxia, en el libro de Naclerio, F. (2011) *Entrenamiento Deportivo*.

Prof. Federico Fusari



Concepto general:

El entrenamiento en hipoxia es una herramienta poderosa para mejorar el rendimiento deportivo y la adaptación fisiológica, especialmente en deportes de resistencia. Sin embargo, debe ser manejado con precaución y preferiblemente bajo la orientación de un profesional del deporte o la medicina.

Es una técnica utilizada en el ámbito del deporte y la medicina para mejorar la capacidad aeróbica, la resistencia y la eficiencia metabólica del cuerpo. La hipoxia se refiere a una condición en la cual los tejidos del cuerpo no reciben suficiente oxígeno. En el contexto del entrenamiento, esto se logra al exponer al cuerpo a un ambiente de baja concentración de oxígeno, simulando condiciones de altitud elevada.

Principios del Entrenamiento en Hipoxia

1. **Simulación de Altitud:** Al entrenar en condiciones de hipoxia, se simulan las condiciones que se encuentran en altitudes elevadas, donde la presión de oxígeno es menor. Esto puede lograrse de diferentes maneras:
 - **Entrenamiento en Altitud Real:** Entrenar en montañas o lugares con altitudes significativas.
 - **Cámaras de Hipoxia:** Habitaciones o carpas que reducen el nivel de oxígeno, simulando la altitud.
 - **Máscaras de Hipoxia:** Dispositivos que limitan la cantidad de oxígeno que se respira, aunque su eficacia es más discutida en comparación con otros métodos.
2. **Respuesta Fisiológica:** Cuando se entrena en hipoxia, el cuerpo experimenta una serie de adaptaciones fisiológicas, incluyendo:
 - **Aumento en la Producción de Eritropoyetina (EPO):** La EPO es una hormona que estimula la producción de glóbulos rojos, lo que mejora la capacidad del cuerpo para transportar oxígeno.
 - **Mejora en la Capacidad de Transporte de Oxígeno:** Con más glóbulos rojos, el cuerpo puede suministrar más oxígeno a los músculos, mejorando la resistencia.



- **Aumento de la Capacidad Buffer del Músculo:** Se mejora la capacidad del músculo para manejar los subproductos del metabolismo anaeróbico, como el lactato, retrasando la fatiga.

Modalidades de Entrenamiento en Hipoxia

1. **Live High, Train Low (LHTL):** Vivir a gran altitud, donde el nivel de oxígeno es bajo, pero entrenar en niveles más bajos para poder realizar ejercicios de mayor intensidad. Esta técnica combina los beneficios de la aclimatación a la altitud con la capacidad de entrenar con mayor calidad.
2. **Intermittent Hypoxic Training (IHT):** Consiste en realizar sesiones de entrenamiento en hipoxia intermitente, alternando entre periodos de baja y normal concentración de oxígeno. Esto puede hacerse durante ejercicios de resistencia o fuerza.
3. **Entrenamiento Continuo en Hipoxia:** Entrenamiento constante en un ambiente con baja concentración de oxígeno, como en las cámaras de hipoxia.

Beneficios del Entrenamiento en Hipoxia

1. **Mejora de la Resistencia Aeróbica:** Aumenta la capacidad del cuerpo para utilizar oxígeno de manera más eficiente, mejorando el rendimiento en deportes de resistencia como el running, ciclismo o natación.
2. **Mayor Capacidad de Recuperación:** La capacidad del cuerpo para recuperarse entre esfuerzos de alta intensidad puede mejorar, lo que es ventajoso en deportes intermitentes como el fútbol o el baloncesto.
3. **Optimización del Metabolismo Energético:** Favorece la utilización de grasas como fuente de energía y mejora la eficiencia del metabolismo anaeróbico, retrasando la aparición de fatiga.
4. **Adaptaciones Cardiovasculares:** Puede mejorar la función cardíaca y la distribución de oxígeno en el cuerpo, lo que tiene beneficios tanto en el rendimiento deportivo como en la salud cardiovascular general.



Consideraciones y Riesgos

- **Supervisión Profesional:** Es crucial realizar este tipo de entrenamiento bajo la supervisión de expertos, ya que la hipoxia puede ser peligrosa si no se maneja adecuadamente.
- **Efectos Adversos:** Entrenar en condiciones de hipoxia puede provocar mareos, fatiga extrema o, en casos graves, edema pulmonar o cerebral.

Conceptos de Bataller en la Sección VI. Entrenamiento en Hipoxia, en el libro de Naclerio, F. (2011) *Entrenamiento Deportivo*.

1. Concepto de Hipoxia

La **hipoxia** es una condición en la que los tejidos del cuerpo no reciben suficiente oxígeno. En el contexto del entrenamiento, se utiliza la hipoxia para provocar una serie de adaptaciones fisiológicas que mejoran el rendimiento deportivo, especialmente en deportes de resistencia.

2. Mecanismos de Adaptación al Entrenamiento en Hipoxia

El entrenamiento en hipoxia induce varias respuestas fisiológicas que buscan mejorar la capacidad del cuerpo para funcionar con menos oxígeno disponible. Algunos de los mecanismos de adaptación incluyen:

- Incremento en la producción de eritropoyetina (EPO): Este aumento favorece la producción de glóbulos rojos, mejorando la capacidad de transporte de oxígeno en sangre.
- Aumento en la densidad capilar: Se mejora la capacidad de los músculos para recibir oxígeno, lo que favorece la resistencia.
- Mejora de la eficiencia en la utilización del oxígeno: El cuerpo se vuelve más eficiente para utilizar el oxígeno disponible en condiciones de baja concentración.
- Mejora de la función mitocondrial: La capacidad de las mitocondrias para producir energía (ATP) en condiciones de oxígeno reducido mejora, lo cual es crucial para el rendimiento en deportes de resistencia.

3. Tipos de Entrenamiento en Hipoxia

Naclerio (2011) describe dos principales modalidades de entrenamiento en hipoxia:



- Entrenamiento en hipoxia intermitente: Consiste en alternar períodos de ejercicio en un ambiente con menos oxígeno con momentos de descanso o respiración normal. Esto simula el tipo de esfuerzo que se realiza en condiciones de altitud.
- Entrenamiento en hipoxia continua: Implica realizar todo el entrenamiento bajo condiciones de baja concentración de oxígeno. Esto puede incluir sesiones largas de carrera o ciclismo en entornos simulados (cámaras de hipoxia o uso de máscaras).

4. Beneficios del Entrenamiento en Hipoxia

- Mejora de la capacidad aeróbica: A través de la adaptación a condiciones de oxígeno limitado, los atletas aumentan su capacidad para realizar esfuerzos prolongados, lo que les ayuda a mejorar su rendimiento en pruebas de resistencia.
- Incremento de la capacidad anaeróbica: Algunos estudios sugieren que el entrenamiento en hipoxia puede mejorar la capacidad anaeróbica (uso de energía sin oxígeno) debido a la adaptación de los músculos para trabajar en condiciones de oxígeno limitado.
- Incremento de la tolerancia al lactato: Las adaptaciones a la hipoxia pueden mejorar la capacidad del cuerpo para tolerar la acumulación de lactato, lo que es fundamental para la realización de esfuerzos de alta intensidad.

5. Aplicaciones Prácticas

- Mejora en el rendimiento en altura: Los atletas que entrenan en altitudes elevadas, donde la concentración de oxígeno es baja, pueden beneficiarse de las adaptaciones fisiológicas al regreso a condiciones de oxígeno normal. El entrenamiento en hipoxia simula estas condiciones, permitiendo que los deportistas se preparen mejor para competir en grandes altitudes.
- Utilización en el entrenamiento de resistencia: Los deportes de resistencia, como el ciclismo, la carrera de fondo, el triatlón, etc., son los que más se benefician de este tipo de entrenamiento, ya que se pueden mejorar las capacidades aeróbicas y la eficiencia en el uso del oxígeno.

6. Cuidados y Precauciones

- Control de la intensidad y la duración: El entrenamiento en hipoxia debe ser supervisado para evitar riesgos relacionados con el esfuerzo excesivo o la falta de oxígeno, que podría afectar negativamente la salud del atleta.
- Uso de dispositivos adecuados: Las máscaras, cámaras de hipoxia y otros dispositivos utilizados deben ser calibrados correctamente para garantizar que los niveles de oxígeno sean los adecuados y no resulten perjudiciales.



- Monitoreo de la salud: Es fundamental monitorear los parámetros de salud (como la saturación de oxígeno en sangre) para evitar efectos adversos derivados del entrenamiento en condiciones extremas.

7. Consideraciones especiales

- Aunque hay evidencias de que el entrenamiento en hipoxia mejora el rendimiento deportivo en algunos casos, también existen estudios que cuestionan su efectividad en ciertas disciplinas o con determinados protocolos de entrenamiento.
- La aplicación de estas técnicas sigue siendo un tema de debate, ya que no todos los atletas responden de la misma forma al entrenamiento en hipoxia, y algunas investigaciones sugieren que los beneficios podrían no ser tan grandes como se pensaba inicialmente.



Título: *La máscara de hipoxia: ¿Mito o realidad?*

Autores: Dr. Rodrigo Damián Merlo y Leandro Carbone

Fecha de publicación: 5 de enero de 2017

Revista: *Physical Training and Sport*

Contexto y objetivo del artículo:

El artículo aborda el uso de la máscara de hipoxia, un dispositivo que simula condiciones de baja concentración de oxígeno, como un método de entrenamiento en hipoxia para mejorar el rendimiento deportivo. Los autores cuestionan la efectividad de esta máscara, comparando su funcionamiento y los beneficios percibidos en los deportistas, con la hipoxia real o el entrenamiento en altitud.

Concepto de entrenamiento en hipoxia

El entrenamiento en hipoxia busca inducir adaptaciones fisiológicas en los atletas, similares a las que ocurren cuando se entrenan en altitudes elevadas (donde el oxígeno disponible es menor). Estos incluyen mejoras en la capacidad aeróbica, mayor producción de glóbulos rojos, y mejores capacidades de transporte de oxígeno. El entrenamiento en condiciones de hipoxia es conocido por su impacto positivo en deportes de resistencia.

La máscara de hipoxia: ¿cómo funciona?

La máscara de hipoxia se presenta como un aparato que regula la cantidad de oxígeno que llega al usuario, creando una atmósfera de entrenamiento con niveles de oxígeno reducidos, simulando condiciones de altitud. Se promueve como una alternativa accesible para quienes no pueden entrenar en grandes altitudes.

Evaluación científica del dispositivo

El artículo pone en duda la efectividad real de la máscara de hipoxia para inducir las adaptaciones fisiológicas que se producen con el entrenamiento en altitud. Los autores analizan diversos estudios científicos que muestran que, a pesar de que el dispositivo puede reducir la cantidad de oxígeno en el aire que se respira, no logra generar el mismo tipo de hipoxia que se experimenta en ambientes de altitud real.

- Restricción del flujo de aire vs. hipoxia real: Aunque la máscara reduce el oxígeno disponible para la respiración, no produce los efectos fisiológicos completos de un entorno de hipoxia real. Los estudios sugieren que la disminución del oxígeno a través de la máscara no es suficiente para provocar una respuesta completa en el cuerpo, como sí ocurre cuando se entrena a gran altura.
- Falta de evidencias sólidas: Si bien algunos usuarios reportan sensaciones de fatiga y esfuerzo mayor, las investigaciones científicas sobre la efectividad de la



máscara en cuanto a mejorar el rendimiento deportivo no son concluyentes. La evidencia sobre la mejora del rendimiento con el uso de la máscara de hipoxia es limitada y a menudo contradictoria.

Beneficios potenciales y limitaciones

El artículo menciona que algunos beneficios percibidos incluyen:

- Mejora en la capacidad de trabajo en esfuerzos de alta intensidad.
- Incremento en la percepción de esfuerzo, lo que podría llevar a una mejora en la tolerancia al lactato.
- Potencial para entrenar con mayor intensidad debido a la "sensación" de estar entrenando bajo condiciones de hipoxia.

Sin embargo, se destaca que:

- No hay pruebas concluyentes de que la máscara cause adaptaciones fisiológicas profundas similares al entrenamiento en altitud real.
- Los efectos sobre el rendimiento no se han comprobado de manera consistente en estudios controlados.
- El uso de la máscara puede no ser lo suficientemente eficaz como para sustituir métodos más probados como el entrenamiento en altitud o el entrenamiento en hipoxia continua.

Conclusión

El artículo concluye que la máscara de hipoxia tiene un potencial limitado y que no es un sustituto adecuado para entrenar en altitudes elevadas o para otras formas de entrenamiento más efectivas en hipoxia. Aunque puede ser útil para algunos deportistas en términos de sensación de esfuerzo y tolerancia al lactato, no hay evidencia sólida que respalde su efectividad en cuanto a mejorar el rendimiento deportivo de manera significativa.

Los autores sugieren que, si bien el uso de estas máscaras puede ofrecer algunos beneficios secundarios, el concepto de que puedan replicar los efectos fisiológicos del entrenamiento en altitud real es más un mito que una realidad respaldada por la ciencia.