

PLANIFICACIÓN D CONCENTRACIÓN

Vivir y entrenar en altura

Todos hemos escuchado que los deportistas profesionales realizan concentraciones en altura para mejorar su rendimiento, si alguna vez has pensando realizarla o ya has decidido hacerla, leyendo este artículo podrás aprovechar todos sus beneficios.

Cristina Loring de Anta *Licenciada en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Responsable de Reebok Rendimiento y experta en hipoxia.*

Iván Rodríguez Hernández *Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Responsable de Reebok Rendimiento y experto en hipoxia.*

A raíz de los Juegos Olímpicos de México 1968 (2.250m de altura) no solo se crearon centros de alto rendimiento en altura previos para prepararlas, sino que comenzó el estudio de sus efectos sobre el rendimiento deportivo.

to contruidos para este fin, desde 1.200m hasta 3.100m de altura.

Recientemente se ha publicado un estudio (Pugliese, 2014) que desvela el éxito en los

JJ.00. de Atenas (2004) de dos inesperados campeones olímpicos que no estaban entre los favoritos: Stefano Baldini e Ivano Brugnetti en maratón y 20km marcha. Uno de sus secretos sacado a la luz 10 años más



¡Curiosamente los mejores resultados a nivel del mar de algunos deportistas se obtuvieron semanas después de acabar los juegos!

Para entonces no había muchas investigaciones sobre el entrenamiento en altura. Hoy en día sabemos que la adaptación a la altura tiene un proceso complejo para obtener beneficios enfocados a una competición. Para conseguir los mejores resultados debemos planificarlo minuciosamente, puesto que realizarlo de una manera no adecuada puede causar más perjuicios que beneficios.

¿Qué altura es necesaria para obtener beneficios?


Hay muchos estudios realizados a diferentes alturas y conclusiones muy dispares. Se han creado centros de alto rendimien-



E UNA EN ALTURA

tarde fue el resultado de realizar una concentración en altura en Sestriere a 2.090m de altura. Los resultados de un test previo a la concentración de 10km de carrera y 10km marcha mostraron una mejora de un 1% y un 3,8% respectivamente, si no hubieran tenido estas mejoras posiblemente no hubieran sido medallistas.

Otro estudio muy reconocido (Woorons, X. y col., 2007) realizado con sujetos entrenados y desentrenados en diferentes alturas (desde 1.000m hasta 4.500m) demuestra que la altitud



Parece ser
que la altitud ideal
es de 2.200 a 2.500m.

Teoría del entrenamiento

ideal es de 2.200 a 2.500m. Si hacemos caso a esta publicación, muchos de los centros de alto rendimiento contruidos para el entrenamiento en altura no serían válidos para realizar una concentración según este autor.

Estas evidencias científicas son una buena referencia pero lo más importante es el sentido común. ¿Pensáis que tendrá los mismos efectos una concentración en altura para un keniano que lleva generaciones viviendo a 2.300m que para alguien que lleva generaciones a bajas altitudes? ¿Será lo mismo realizar una concentración en altura con alguien que lleva toda la vida viviendo a nivel del mar respecto a alguien que pasa periodos durante el año viviendo en altura? Aunque Killian Jornet no sea keniano, cada vez está más preparado para la altura.

A pesar de controlar estos factores anteriormente citados y tener en cuenta el pasado y la genética del deportista, he tenido la experiencia de comprobar cómo deportistas de élite un año obtienen beneficios a 2.300m y otro año a la misma altura empeoran su rendimiento debido al estrés tanto físico como psicológico al que se encuentra sometidos, teniendo que suspender la concentración.

Mejora el transporte de oxígeno	Mejora el sistema cardiovascular	Mejora del metabolismo energético
Producción de EPO (aumento glóbulos rojos).	Formación de nuevos vasos sanguíneos.	Aumento de la sensibilidad a la insulina.
Absorción y transporte del hierro.	Regulación del tono vascular.	Mejora la activación de diversas encimas oxidativas.
Incremento de la hemoglobina.	Resistencia periférica disminuida.	Mejora el taponamiento de ácido láctico.
Aumenta la afinidad de la hemoglobina por el O ₂ .	Disminución de la frecuencia cardiaca y de la presión arterial.	Regeneración mitocondrial.

Tabla 1.

¿Por qué la altura mejora el rendimiento?

En 1992 Semeza y Wang descubren que existe un gen denominado «factor inducible de Hipoxia (HIF)» y éste supone el auténtico regulador de los cambios en el cuerpo estimulando más de 200 genes conocidos.

Algunos de los beneficios más importantes para rendimiento los podemos ver en la tabla 1.

Individualización del entrenamiento en altura

Para obtener beneficios fisiológicos tenemos que estimular el gen HIF-1 (factor inducible de

Clasificación	Saturación	Presión arterial
Normosaturación	> 95%	77mm Hg
Desaturación leve	93%-95%	70mm Hg
Desaturación moderada	88%-92%	65mm Hg
Desaturación grave	< 88%	60mm Hg

Tabla 2.

Para controlar el efecto de la hipoxia en nuestro cuerpo utilizamos la saturación de oxígeno (SaO₂) que se mide con un pulsioxímetro.



hipoxia). Este gen solo se estimula en carencia de oxígeno (hipoxia), porque en condiciones normales de oxígeno se degrada.

Para controlar el efecto de la hipoxia en nuestro cuerpo utilizamos la saturación de oxígeno (SaO₂) que se mide con un aparato tan sencillo y barato como un pulsioxímetro.

A nivel del mar la SaO₂ es de 99% de oxígeno, mientras que en altura al haber presión atmosférica se reduce nuestra capacidad para obtener oxígeno, induciendo a un estado de hipoxia que provoca el descenso de la saturación, desencadenando la activación del gen HIF-1.

Cuanto mayor es la desaturación de oxígeno, mayores serán los niveles de HIF-1 obtenidos y mayores efectos se podrán conseguir con este tipo de entrenamiento.

En el estudio anteriormente citado (Woorons, 2007) en el que se trabajó con diferentes alturas, se contó con 14 sujetos varones que vivían a nivel del mar, divididos en dos grupos, entrenados y desentrenados, se les valoró en un cicloergómetro a nivel del mar (20% de con-

SIERRA NEVADA GRANADA

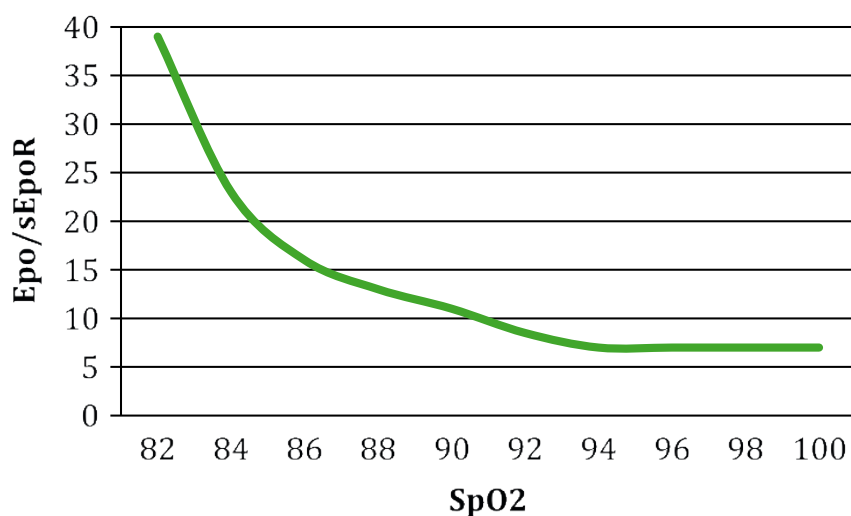
CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO



centración de oxígeno) en una prueba incremental por vatios. La misma prueba se realizó a diferentes concentraciones de oxígeno simulando las diferentes alturas citadas anteriormente, observándose que era necesaria una concentración de un 17% como mínimo equivalente a 2.000-2.200 para poder estimular el gen HIF. Con alturas inferiores la satura-

ción no baja suficientemente como para estimular el gen y provocar adaptaciones (zona de normosaturación). Para entender mejor el anterior estudio podemos comprobar en otro estudio (Villa fuerte, 2014) como en normosaturación no se produce un incremento de la producción de EPO excesivo, sin embargo a desaturaciones graves por debajo de 88%, la

producción se dispara. Podemos decir que la producción de HIF-1 es exponencial respecto a la saturación (menor saturación más producción de HIF). Es decir, en normosaturación (>95%) no se obtienen beneficios en cuanto a producción de HIF-1, pero sí perjuicios a nivel de entrenamiento y recuperación.



El mismo estudio (Woorons, 2007) observa que concentraciones inferiores al 15% son incompatibles con un entrenamiento exigente, por lo que no hay que superar los 2.500m, a no ser que existan grandes adaptaciones del deportista, ya que implicarían complicaciones severas para que el oxígeno llegara con la suficiente presión a los capilares sanguíneos para realizar un adecuado intercambio de gases a nivel celular.

Curiosamente los sujetos entrenados desaturaban más que los desentrenados en altura debido según los autores a una hipoventilación y una mayor tolerancia a la hipoxia.

Al final, para la estimulación del gen HIF-1 que provoca los cambios fisiológicos que mejoran el rendimiento, lo importante es la saturación y no la altura.

Teoría del entrenamiento

Aspectos a tener en cuenta en una concentración en altura

Disminución de la intensidad

Según un meta-estudio (Wherlihn y Hallen, 2006) la reducción del $\text{VO}_2\%$ máx. cada 1.000m de altura es un 7,2% algo que muchos atletas olímpicos no tuvieron en cuenta para los JJ.OO. de México. Haciendo caso a este estudio, viviendo a 500m de altura al realizar una concentración a 2.500m es necesario reducir aproximadamente un 15% la intensidad de tus zonas de entrenamiento, por ejemplo si tu FTP está en 350 vatios a 500m de altura en 2.500m estará en 298 vatios (aunque esta disminución dependerá de la saturación).

Retardo de la recuperación

La falta de oxígeno produce un incremento de la frecuencia cardíaca y respiratoria, además de aumentar la activación del sistema nervioso simpático estimulando la producción de catecolaminas, dificultando enormemente la recuperación. A pesar de que la aclimatación irá reduciendo esta activación se puede mantener elevada durante semanas (Calbet, 2003). A menor saturación de oxígeno mayor será esta desventaja, que debemos tener muy en cuenta para evitar sobreentrenamiento.

Estancia mínima necesaria para obtener beneficios

Desde el primer día se produce estimulación del gen HIF-1 aunque serán necesarios varios días para que mejore el rendimiento. Por ejemplo en un estudio (Wachsmuth, 2013) se comprobó a una altura de 2.320m con nadadores de élite que la masa de hemoglobina (está directamente relacionada con el aumento del $\text{VO}_2\text{máx}$ y será probablemente uno de los futuros indicadores de rendimiento), se incrementó un 7,2% en 3-4 semanas de-

Una concentración en altura es muy compleja de realizar y será necesario planificarla a lo largo de una temporada o para una competición objetivo.

tectándose un fuerte aumento a partir del día 13. Estos valores se mantuvieron elevados incluso 24 días después de bajar de altura.

Casi todos los estudios coinciden en que un periodo de 3-4 semanas es suficiente para mejorar el rendimiento, menos tiempo no es adecuado para que los parámetros hematólogicos aumenten y en más tiempo los beneficios no son mucho mejores. Incluso puede descender el rendimiento ya que permanecer en altura no permite mantener altas cargas de entrenamiento.

Sin embargo a todos no nos afecta el entrenamiento en altura por igual. En un estudio muy famoso (Chapman, 1998) se habla de respondedores y no respondedores, claramente no todos respondemos de la misma forma al mismo estímulo. El factor inducible de hipoxia (HIF) está determinado genéticamente y cada uno responde de formas diferentes, algunos obtienen mayores beneficios en menos tiempo que otros que necesitan más tiempo, pero al final el estímulo de hipoxia hace que se obtengan cambios fisiológicos en cualquier persona.

Las concentraciones en altura tienen beneficios pero también perjuicios. Hay que valorar todos los aspectos antes de decidirse y aun así será imposible saber si mejorará el rendimiento o no, o incluso cuantificar la mejora. Hay que experimentarlo para saber

si merece la pena este tipo de entrenamiento en cada caso particular.

Propuesta de una concentración en altura

Otro estudio (Schuler, 2007) en la línea de los anteriores fue realizado con ocho ciclistas de élite valorando el tiempo que aguantaban al 80% del $\text{VO}_2\text{máx}$. El primer día al subir a 2.340m de altura disminuyó un 25,8%, a los siete días mejoró un 6%, a los 14 días 5,7% y a los 21 días un 1,4%. A partir de las dos semanas las mejoras ya no son tan pronunciadas, se mantienen casi como a los 14 días por lo que tampoco merece la pena pasar más tiempo de 21 días. Lo que sí tenemos que tener en cuenta es que el tiempo hasta el agotamiento nunca podrá ser equiparable con los resultados a nivel del mar.

Durante las 3-4 semanas de concentración deberemos disminuir la carga y la intensidad para no sobreentrenarnos. Es muy importante realizar al menos dos días de aclimatación. Ver tabla 3.

Planificación del regreso de una concentración en altura

No solo hay que saber realizar lo adecuado en la concentración, sino saber cuándo hay que bajar de nuevo. Según un meta-análisis (Bonetti, 2009) que investigó los beneficios de vivir y entrenar arriba comparándolo con otro tipo de entrenamientos

Entrenamiento en altura (LHTH)

21 días																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
4 microciclos																				
2 días		7 días							9 días							3 días				
Tipo de entrenamiento																				
Aclimatación.		Entrenamiento general.							Entrenamiento específico.							Recuperación.				
Entrenamientos muy ligeros (Z1).		Entrenamiento aeróbico extensivo (Z2).							Entrenamiento aeróbico y anaeróbico (de Z2 a Z5).											
		Sprints cortos (Z7).							Sprints más largos (Z6-Z7).											
		Entrenamiento de fuerza.							Ritmo de carrera y fuerza de competición.											

Tabla 3.

en altura e hipoxia artificial describe las siguientes fases:

Fase positiva: Duración de entre dos a cuatro días debido fundamentalmente a la hemodilución de la sangre, que pasa de ser menos densa a nivel del mar, y al aumento de consumo de oxígeno debido a las adaptaciones ventilatorias que nos permitirán obtener más O_2 a nivel del mar.

Fase negativa: De cinco a 12-15 días se producen alteraciones del coste energético y fatiga neuromuscular provocando una disminución del rendimiento.

Fase positiva: Normalmente de los 14 a los 24 días aumenta el transporte de oxígeno (los glóbulos rojos creados ya son funcionales), mejora la economía y se vuelven a recuperar los valores normalizados en el sistema nervioso permitiendo soportar mas carga.

La recomendación es bajar de altura entre 18-21 días antes de nuestra prueba objetivo, para estar en un margen de seguridad dentro de la fase positiva.

En la introducción vimos que muchos de los deportistas que participaron en los JJ.OO. de México batieron su marca personal semanas después, lo que les pasó a muchos de ellos es que hicieron una buena concentración en altura, varias semanas de estancia y altitud 2.250m.

Una concentración en altura es muy compleja de realizar y será necesario planificarla a lo largo de una temporada o para una competición objetivo, puesto que si no hacemos lo



adecuado podemos perder el tiempo sin obtener beneficios o incluso perder rendimiento.

Realizar una concentración en altura será arriesgado siempre que se haga por primera vez. Incluso desde mi experiencia con ci-

clistas que tuvieron resultados positivos en anteriores concentraciones en altura han tenido que abandonarla al tercer día comprobando que su saturación no remontaba y se acumulaba fatiga, teniendo que cambiar toda la planificación. ■ ■ ■ ■ ■

BIBLIOGRAFÍA

- WEHRLIN JP. y HALLÉN J. Linear decrease in VO_{2max} and performance with increasing altitude in endurance athletes. Eur J Appl physiol. 2006.
- WOODRONS y col. Moderate exercise in hypoxia induces a greater arterial desaturation in trained than untrained men. 2007.
- WACHSMUTH y col. The effects of classic altitude training on hemoglobin mass in swimmers. 2013.
- SEIMENZA G. y WANG G.L. A Nuclear Factor Induced by Hypoxia via De Novo Protein Synthesis Binds to the Human Erythropoietin Gene Enhancer at a Site Required for Transcriptional Activation. Molecular and Cellular Biology. 1992.
- LORENZO P. y col. Training Diaries during Altitude Training Camp in Two Olympic Champions: An Observational Case Study. 2014.
- SCHULER. B y col. Timing the arrival at 2.340m altitude for aerobic performance. 2007.
- BONETTI y HOPKINS. Sea-level exercise performance following adaptation to hypoxia: a meta-analysis. 2009.
- CHAPMAN R. y col. Individual variation in response to altitude training. Journal of Applied Physiology. 1998.

HIPOXIA INTERMITENTE

ENTRENA SIMULANDO ALTURA



UNA ACCIÓN MIL BENEFICIOS

Reebok 
SPORTS CLUB
RENDIMIENTO

+INFO: ivan.rodriguez@reebokclub.com