

ENTRENAMIENTO EN ALTITUD

PEREZ BARROSO, Agustín.

ABSTRACT

El interés por la altitud tiene su origen en las primeras hazañas del hombre, conquistando las cimas de las montañas más altas, y con el desarrollo de la aviación; sobretodo en períodos de Guerra. Posteriormente, la celebración de varios campeonatos internacionales en altitud, dan el espaldarazo final a las investigaciones.

En altitud, se producen diversas modificaciones tanto momentáneas como permanentes, en estado de reposo ó realizando ejercicio. Las estancias en altitud difieren si son para competir en esas condiciones ó como medio para competir a nivel del mar con mejores posibilidades. Dependiendo de este tipo de factores y el deporte practicado, variará: el tipo de entrenamiento que se debe de realizar, el período del año en el que se debe realizar la estancia, la elección del tipo de estancia durante el esfuerzo o/y el descanso, así como el momento en el que debemos de bajar a competir.

I. EVOLUCION HISTORICA DEL INTERES POR LA ALTITUD

Los primeros estudios que se llevaron a cabo sobre la influencia de la presión atmosférica reducida en la actividad física, tuvieron como motor de arranque, el interés creciente por parte del ser humano, de alcanzar cimas cada vez más elevadas por una parte, y por otra, la aparición de avances tecnológicos como fueron el globo aerostático, los dirigibles y los aviones. El 21 de Noviembre de 1783, Francois de Rozier y el Marqués de Arlandes cruzaron por primera vez en un globo de los hermanos Joseph y Etienne Montgolfier, la ciudad de París, convirtiéndose en los pioneros de estos vuelos. En 1786, se concedió un premio, establecido por el científico suizo Horace-Bénédict de Saussure 20 años antes, al primer hombre en alcanzar la cima del Mont Blanc. En 1852, Henri GIFFARD voló en el primer dirigible diseñado por él mismo. En todos estos medios de transporte, la altitud alcanzada, y el hecho de que los pilotos estuvieran a la intemperie, hacían que los cambios por la altitud, les afectaran directamente. Según HOLLMANN (1994) y POORMANTS (1984), en 1878 el fisiólogo suizo BERT empezó a estudiar esta influencia, asignando a la bajada de la presión barométrica, todos los efectos de la altitud. Así mismo, se publicaron diversos libros sobre la fisiología en altitud alta tanto por parte de MOSSO (1897), como de COHNHEIM (1903), coincidiendo este último, con el primer vuelo con motor realizado por los hermanos Orville y Wilbur Wright. Antes de la I Guerra Mundial. ZUNTZ y col. (1906) continuaron los estudios en altitud alta y en altitud media. Durante esta confrontación mundial (1914-1918), se utilizaron los aviones, primero como forma de localizar las trincheras enemigas, y posteriormente para transportar armas y utilizarlas en los vuelos.

Una vez finalizada la I Guerra Mundial, se multiplicaron los vuelos comerciales de grandes dirigibles por el Atlántico. Así mismo en estos años (finales de los 20), se cerraron las cabinas de los pilotos, y la de los primeros pasajeros. Las cabinas no estaban presurizadas con lo que los vuelos se hacían a bajas alturas, sufriendo todo tipo de turbulencias. Si se elevaba más el vuelo, los pasajeros pasaban frío y el mal de altura. Todo ello llevó a que los estudios sobre la altitud alta, aumentaron: HALDANE Y SACERDOTAL (1935), CHRISTENSEN (1937), ENELDO (1938), HENDERSON (1938), KOCH (1939).

La segunda Guerra Mundial (1939-1945), y el protagonismo alemán en ella, llevó a que un grupo de especialistas alemanes en medicina de la aviación, desarrollaran el conocimiento fisiológico y clínico del ejercicio físico a la altitud (LUFT considerado el fundador de la medicina de la aviación y el primero en describir el descenso del pH respecto a nivel del mar, STRUGHOLD fundador de la investigación en la medicina del espacio, BALKE, BENZINGER, GAUER, HARTMANN, HEPP, KRAMER, NOELL, OPITZ, ESCAROLA y SCHNEIDER). Las investigaciones se centraron en los cambios fisiológicos y patológicos del comportamiento de la respiración y el metabolismo de los gases en hipoxia aguda y crónica. Una vez finalizada la guerra, se publicaron los estudios de VERZAR (1945) y de MURALT (1948).

En los años 50, se iniciaron las primeras experiencias de patinadores de velocidad soviéticos en el entrenamiento en altitud para mejorar sus actuaciones. En mayo de 1953, una expedición dirigida por Henry Hunt, Edmund Hillary y Tenzing Norgay, alcanzaron por primera vez la cumbre del Everest. STEPHAN, H (1992) señala los Juegos Panamericanos de Méjico en 1955, los que hicieron que la comunidad científica, dirigiera su vista hacia la altitud y el rendimiento. En ellos, se observaron malos resultados en las pruebas de fondo y, por el contrario, excelentes resultados en las pruebas de velocidad. Estos mismos hechos, se repitieron posteriormente en los JJOO del 68, en la misma ciudad de México. La experiencia de estos dos últimos acontecimientos llevó a que BRENDEL (1956) publicara estudios sobre la estancia en alta altitud.

PAUHD, J. F. (1984) hace mención a que cuando se designó en el año 1963 a México como sede de los JJOO del 68, la primera reacción de los médicos deportivos, fue la protesta por el handicap que suponía dicha elección para aquellos países con una altitud baja. Pasada esa primera reacción, el siguiente paso fue iniciar todo tipo de investigaciones, sobre la aclimatación de los atletas a la competición en altura y que posibilitaran un mejor resultado para sus atletas. Así PUGH y WEST (1957,1964,1968), desarrollaron en estudio del entrenamiento en alta altitud, y HOLLMANN (1965), el estudio del entrenamiento en altitud en laboratorio y los efectos de la hipoxia en el mismo.

La primera vía de trabajo que se planteó, fue el estudiar las características de la adaptación necesaria para poder competir en dicha altitud. En 1967 se crea el Centro de Entrenamientos en Altitud de Saint-Moritz, así como en otros lugares del mundo. A él acudieron deportistas alemanes, ingleses, italianos, etc. En estas estancias, los médicos deportivos alemanes REINDELL y col., y los suecos SALTIN y col., dirigieron estudios sobre las reacciones agudas a la altitud y las adaptaciones crónicas en relación al trabajo físico moderado. El segundo paso fue el contrastar, que después de bajar de la altitud de México en los JJOO, ciertos deportistas, realizaron sus mejores marcas a nivel del mar.

Posteriormente, el boom en las grandes competiciones de los atletas keniatas, cuyo lugar de residencia y de entrenamiento estaba a una altitud moderada, dieron el espaldarazo definitivo al estudio de la altitud en el resultado deportivo.

STEPHAM, H. (1992) enumera las dos vías de aprovechamiento de la altitud, que se vislumbraron en aquel momento:

1. La altitud como lugar privilegiado para las pruebas de velocidad, salto y lanzamiento.
2. La altitud como lugar idóneo para preparar buenos resultados en las pruebas de medio fondo en competiciones realizadas posteriormente a nivel del mar.

Las dificultades de cualquier estudio para TERRADOS (1994) son:

- Carencia de grupos de control que realicen el mismo entrenamiento a nivel del mar.
- Cantidades de trabajo inferiores en altitud que a nivel del mar.
- La valoración de los beneficios se realizan utilizando distintos baremos (VO_2 Max, marca personal, etc.)
- Pocos estudios realizados con atletas.
- Pocos estudios valoran el cambio en el metabolismo muscular y la estructura del músculo energético.
- Estudios realizados y mezclados a diferentes alturas, con lo que los resultados no se pueden comparar.

II. CLASIFICACION DE LA ALTITUD

TERRADOS (1994) señala una clasificación de la altitud dependiendo de criterios biológicos:

- Baja Altitud
Hasta 1000 mts. sobre el nivel del mar. En ella no se producen modificaciones fisiológicas ni en reposo, ni durante el ejercicio.
- Media Altitud
Hasta 2000 mts. se producen ligeros efectos sobre todo durante la actividad deportiva.

- Alta Altitud
Hasta 5500 mts. donde se producen efectos en reposo y durante la actividad deportiva.
- Muy Alta Altitud
Por encima de 5500 mts. donde el efecto negativo es muy alto y la vida casi imposible.

En medios deportivos, se concreta más, señalando como Altitud Moderada a la situada entre 1500 y 3000 mts. (alrededor de 2000 mts. como altura ideal), objeto de la mayoría de los estudios sobre entrenamiento en altitud.

III. EFECTOS FISICOS CARACTERISTICOS EN ALTITUD

TERRADOS (1994) señala como efectos físicos más importantes que afectan a la estancia en altitud:

1. Presión Barométrica.

Es el efecto físico fundamental en la altitud. La presión y densidad atmosférica, disminuyen de forma exponencial con la altitud, lo que conlleva una reducción en la presión parcial de O₂ del aire y asimismo, una disminución en la tensión de O₂ en la sangre arterial. Es decir, la molécula de oxígeno ejerce menos presión para entrar en la sangre, por lo que se produce una falta de oxígeno (hipoxia) relativa. Para BICHON (1984), la presión barométrica disminuye en un 20 % a 2000 mts. y la presión parcial alveolar de oxígeno en un 18 % a la misma altura. El efecto que este factor produce en pruebas de más de 2 minutos, realizadas en altitud media ha sido valorado por HOLLMANN (1994) en un 6 %.

2. Temperatura.

Desciende con la altitud, aproximadamente 1° C por cada 150 mts. de subida sobre el nivel del mar, según TERRADOS (1994), y en 0.56° C cada 100 mts. según BICHON (1986) y PAUHD (1984). En altitud moderada está habitualmente próxima a 0° C. La latitud influye en las variaciones de temperatura.

3. Humedad Relativa del aire.

La cantidad de vapor de agua en el aire disminuye con la altitud de forma más rápida que la presión barométrica. En altitud moderada es de un 50%. Como consecuencia, hay un aumento en las radiaciones con la altitud y una gran pérdida de agua corporal, que hay que reponer para evitar las deshidrataciones.

4. Radiaciones.

La exposición a la irradiación solar en altitud aumenta en un 2 a 4 % cada 100 mts. hasta los 2000 mts. y después aumenta en un 1%. Tanto las infrarrojas como las ultravioletas.

5. Gravedad.

La fuerza de gravedad, disminuye en proporción al cuadrado de la distancia al centro de la Tierra. La aceleración debida a la gravedad, disminuye en 0,003086 m/seg² por cada 1000 mts. de altitud. Por tanto el tiempo de vuelo y la distancia recorrida por un cuerpo es mayor en altitud, que a nivel del mar.

6. Resistencia del aire.

Disminuye al disminuir la presión barométrica. Este hecho hace que la respiración sea menos costosa al tener que vencer los músculos respiratorios una resistencia menor de las vías aéreas. Al mismo tiempo, hay menos resistencia al avance para un corredor. Según PAUHD (1984), la energía necesaria para vencer la resistencia del aire a nivel del mar en una prueba de 5000 mts. es del 11% del gasto total de energía durante la carrera, mientras que en altitud es de un 8%. Estudios realizados por CREUZE en el 78 y citados por STEPHAN (1992), confirman que la ventaja producida por la disminución de la densidad del aire en México, es el mismo que produce un viento favorable de 1,20 m / s., mientras que HOLLMANN (1994) lo sitúa en 1.5 – 1.7 m / seg.

7. Tolerancia de la altitud con la edad.

PAUHD (1984) recomienda que en jóvenes que habitualmente entrenen por debajo de 1000 mts. se deben limitar a las siguientes alturas:

- 10 años hasta 2000 mts.
- 14 años hasta 2500 mts.
- 16 años hasta 3000 mts.
- 18 años hasta 4000 mts.

IV. RESPUESTA FISIOLÓGICA DEL ATLETA A LA ALTITUD

TERRADOS (1994) diferencia como:

- A. Respuesta fisiológica aguda, la que se produce durante una estancia inferior a los tres días en altitud.
- B. Respuesta fisiológica crónica, la que se produce a partir del tercer día.

A. Respuesta Aguda.

1. En reposo

- Un aumento de la ventilación como respuesta a la falta de presión parcial de O₂
- Un aumento de la Frecuencia Cardíaca con el fin de enviar más cantidad de oxígeno a los órganos.
- Pérdida de Volumen Plasmático y al tiempo una hemoconcentración con el fin de aumentar el porcentaje de O₂ transportado por unidad de volumen de sangre.
- Alcalosis respiratoria (Aumento en el pH de la sangre), por la pérdida excesiva de CO₂ a través de los pulmones.
- Aumento de los niveles de 2,3-DifosfoGlicerato, por lo que producirá una menor afinidad de la Hemoglobina por el O₂
- Aumento de catecolaminas, corticosteroides, hormona antidiurética, hormonas tiroideas y el glucagón.
- Disminuyen la aldosterona y la renina.

2. En ejercicio

- Aumento de la Ventilación y de la Frecuencia Cardíaca durante el ejercicio, en relación a los valores a nivel del mar para la misma carga de trabajo, no consiguiendo compensar el efecto de la hipoxia en el consumo máximo de oxígeno. TERRADOS y col. (1994) afirman que el VO₂Max está afectado en deportistas a partir de los 900 mts. de altitud mientras que en sedentarios no se percibe esta disminución. PAUHD (1984) afirma que esta disminución es de un 7 – 9'5 %.
- Aparición de Patologías leves. PAUHD (1984) señala la aparición de cefaleas, náuseas, mareos, insomnio, leves disneas, falta de apetito, irritabilidad, síndromes diarreicos, etc. Estos síntomas desaparecen al cabo de 4 a 6 días, pudiendo perdurar algo más el insomnio.
- HOLLMANN (1994) indica que existe un aumento de la urea en más de 8.5 mmol cuando la exigencia de entrenamiento es muy alta. Este aumento no debe de existir, por lo que puede ser un indicador para regular la carga de entrenamiento (NAVARRO) (1994).

B. Respuesta Crónica.

1. Respiración

- La ventilación Pulmonar se mantiene elevada durante el período de estancia en altitud. En personas que nacen y viven a esa altitud, muestran menor ventilación

por una mayor capacidad de difusión pulmonar y mayor densidad capilar pulmonar (TERRADOS) (1994). Para MARAJO (1997), esta hiperventilación se difumina a las 72 horas.

- Disminución de la presión arterial y aumento del pH arterial y del líquido cefalorraquídeo.

2. Transporte de O₂

- Disminución del Gasto cardíaco, que había subido a la llegada a la altitud, después de 3 a 6 días de permanencia.
- Mantenimiento de los niveles elevados de 2,3-DifosfoGlicerato, por lo que producirá una menor afinidad de la Hemoglobina por el O₂
- Producción aumentada de glóbulos rojos, siendo claro este aumento a las 2 semanas. Según GROVER, R. citado por FREDERICK (1987), el efecto real que se produce, es un pérdida de plasma en los vasos y por ello la sangre se espesa, con lo que parece que aumente el número de células rojas.
- Mantenimiento del bajo nivel plasmático producido por la llegada a la altitud, hasta aproximadamente 2 meses.
- Mejora en el VO₂Max, sin llegar a los niveles de nivel del mar.
- Densidad capilar. Aumento de hasta un 100 % según POORTMANS (1984).

3. Hormonas.

- Aumento de catecolaminas, corticosteroides, hormona antidiurética, hormonas tiroideas y el glucagón.

4. Metabolismo muscular.

- Pérdida de masa corporal, especialmente grasa corporal y una pérdida ligera de masa muscular.
- Existen discrepancias en cuanto al aumento ó disminución del volumen de mitocondrias en el músculo. Según POORTMANS (1984) aumentan en un 40%.
- TERRADOS y col. (1994) ha encontrado un aumento en la concentración de mioglobina en el músculo entrenado con cargas intensas.
- Aumento en la densidad capilar en el músculo esquelético.
- Aumento en el uso de grasas como fuente energética.
- Aumento de la capacidad tampón muscular.

V. COMPETICION EN ALTITUD

Dependiendo del tipo y características de la actividad realizada en competición, la metodología a seguir es diferente:

A) Actividades Aeróbicas.

Durante los JJOO se observaron disminuciones en el rendimiento por disminución en el VO₂Max. Incluso se produjeron colapsos y desmayos inesperados. Experiencias posteriores concluyeron que en deportes de alto componente aeróbico, el rendimiento deportivo en altitud, es menos negativo gracias a un período de aclimatación y entrenamiento en dicha altitud (TERRADOS) (1994). A pesar de esta aclimatación, HOLLMANN (1994) determina que el rendimiento disminuye en un 6 % respecto a nivel del mar. Para solventar este problema, señala al igual que ALLEN (1993), dos tipos de estrategias:

- Llegar a la competición con un máximo de 12 horas antes de la competición, competir y volver a nivel del mar, para evitar las adaptaciones agudas que se producen.
- Entrenar 2 - 3 semanas en altitud (mejor 3 semanas y un mínimo de una semana) para aclimatarse a esas condiciones y adaptar el ritmo de competición a la situación de hipoxia.

B) Deportes de Velocidad.

En pruebas atléticas de duración menor a los 2 minutos, cuyo componente principal sea la velocidad, se consigue una mejora en el rendimiento, debido a una menor fuerza de la gravedad y a la menor resistencia del aire. ONTL y EVAC (1984) afirman que se puede mejorar la transferencia del entrenamiento de máxima velocidad, al resultado deportivo.

C) Deportes Técnicos.

La disminución de la fuerza de gravedad, la menor resistencia al aire, permite que los distintos segmentos corporales, puedan realizar los movimientos con una mayor velocidad parcial, movimientos con menor resistencia y por lo tanto con mayor precisión, y por último una mayor cantidad de repeticiones de movimientos de corta duración. Los patrones motores, encuentran unas mejores condiciones para quedar fijados, manteniendo la memoria, los mismos parámetros espacio-temporales a nivel del mar, que en altitud. DAPENA (1987), afirma que un viento a favor de 2 m/ sg., da una ventaja a los atletas en las pruebas de 100 mts. de 0.123 segundos. Si STEPHAN (1992) y HOLLMANN (1994), confirman que la ventaja producida por la disminución de la densidad del aire en México, es el mismo que produce un viento favorable de 1,20 – 1,50 m / s., el beneficio de la altitud en un corredor de 100 mts. en México, sería de 0,07-0,10 segundos.

D) Deportes de Fuerza.

La fuerza muscular máxima, no se ve afectada por la hipoxia. En pruebas atléticas como los lanzamientos, se verán beneficiadas en altitud por la menor fuerza de gravedad y la menor resistencia del aire. Así HOLLMANN (1994) publica datos sobre los lanzamientos realizados en México 68, por los que el lanzamiento de Peso tuvo una mejora media de 5 cm, el lanzamiento de martillo 53 cm., el lanzamiento de jabalina 69 cm. y el lanzamiento de disco 162 cm.

VI. ENTRENAMIENTO EN ALTITUD

El uso del entrenamiento en altitud como método de mejora del rendimiento deportivo a nivel del mar ha sido motivo de estudio durante los últimos años.

Los resultados de los diferentes estudios ha dado que:

1. El entrenamiento de tipo aeróbico mejora con la altitud, siempre que se mantenga el mismo nivel de entrenamiento que a nivel del mar, debido:
 - a un aumento en los capilares de los músculos entrenados en condiciones de hipoxia
 - a un aumento de los Glóbulos rojos, dato positivo sobretodo cuando el Gasto cardíaco vuelva a la normalidad (3 a 5 días después del retorno a nivel del mar).

Por contra:

- El VO_2Max puede mejorar, mantenerse ó empeorar. Hay datos para todos los gustos.
 - El aumento de la 2,3-DPG, desaparece rápidamente al volver al nivel del mar.
 - Se mantiene la Hiperventilación durante varias semanas después de la vuelta a nivel del mar, aunque este factor no parece influir en los valores del VO_2Max .
 - Después de 15 a 25 días de bajar a nivel del mar, los niveles del deportista vuelve a su nivel pre-altitud.
2. El entrenamiento de tipo anaeróbico puede tener un beneficio en el rendimiento como consecuencia de una mejora en la capacidad tampón muscular, siendo incompatible con mejoras de tipo aeróbico, a excepción de personas nacidas ó largamente aclimatadas a la altitud, que podrán entrenar la dos vías.

VII. APLICACIONES PRACTICAS DEL ENTRENAMIENTO EN ALTITUD

1. TIPOS DE ENTRENAMIENTO

A) Entrenamiento en altura y vida a nivel del mar.

Dirigidos a la mejora de la vía oxidativa y de la capacidad aeróbica, con entrenamientos de idénticas intensidad y duración que a nivel del mar. Dirigido al entrenamiento en deportes de Larga Duración + de 35 minutos)

B) Entrenamiento a nivel del mar y vida en altura.

Dirigidos a la mejora del componente de Transporte de Oxígeno, aumento de Glóbulos rojos y Hemoglobina y la mejora de la densidad capilar. ARCELLI (1982), señala que en 1980, realizaron una experiencia parecida, con el marchador Damilano, que vivía a 1700 mts. y entrenaba a 2250 mts. Dirigidos a entrenamientos de larga duración (10-35 minutos)

C) Entrenamiento físico a nivel del mar, entrenamiento técnico en altitud y vida en altura.

Esta experiencia es citada por ALLEN (1993), y que fue realizada por equipos de Hockey canadiense antes de los JJOO de invierno en Alberville. El entrenamiento físico a nivel del mar, les daba la oportunidad de trabajar más intensamente y con mayor carga. El entrenamiento técnico, realizado en altitud, simulaba las condiciones que iban a encontrar en la competición, al tiempo que conseguían una mayor velocidad en los elementos técnicos. NAVARRO (1998) opina que no se deben desechar el alternar entrenamientos dirigidos al desarrollo de la capacidad aeróbica, con otros a nivel del mar para realizar entrenamientos anaeróbicos y de ritmo de la prueba, en deportes de resistencia corta y media duración, y en períodos próximos a la competición principal.

D) Entrenamiento y estancia en altitud de duración media.

Dirigidos a la mejora de la Capacidad Anaeróbica, con idénticas intensidades y cargas de trabajo que a nivel del mar. Dirigido a deportes de corta duración. También es un método a utilizar cuando la competición es a altitud moderada, y se utiliza la estancia como medio de aclimatación.

E) Entrenamiento y estancia en altitud de duración corta.

Dirigidos a la mejora de la Capacidad Tampón Muscular realizado con estancias cortas (10 días). Dirigidos a deportes de velocidad.

F) Entrenamiento y/o descanso en altitud simulada.

ARCELLI (1982), señala dos vías. Una el entrenamiento en una cámara barométrica, sobre un tapiz rodante, a una presión que simule la de la altitud moderada. La segunda posibilidad, es la de entrenar en un tapiz rodante con una máscara conectada a una bombona de oxígeno. Este último método, fue utilizado por Eddy Merck, antes de conseguir su récord mundial de la hora. NAVARRO (1998), hace referencia a las “casas de nitrógeno”. Estos hábitat, simulan las condiciones de altitud, pero a nivel del mar, permitiendo realizar entrenamiento en su interior, en condiciones de altitud, o bien, descansar en condiciones de altitud, después de haber entrenado a nivel del mar. Dirigido a deportes de larga duración.

G) Entrenamiento en baja altitud simulada.

FREDERICK, S. (1987) cita a Igor GAMOW y a Geoffrey GEER, como los diseñadores de una cámara de simulación de la misma presión, e incluso, presiones ligeramente inferiores de donde se va a competir; así como temperatura, humedad y concentraciones de iones. Ellos afirman que con presiones inferiores a la del lugar de competición, el ritmo de entrenamiento es mayor, el volumen de

sangre y el número de células rojas de forma natural es mayor. Según su opinión, este tipo de entrenamiento es fundamental para finalizar la preparación previamente a una competición. Por ello, si se va a competir a nivel del mar, es necesario realizar este tipo de trabajo con una presión ligeramente inferior a la que se va encontrar. Dirigido a todo tipo de deportes.

2. METODOLOGIA DE LOS ENTRENAMIENTOS EN ALTITUD.

a) Duración de la concentración:

ONTL y EVAC (1984) recomiendan que la duración mínima para corredores de 400 mts. debe de ser de 20 días, siendo 21 a 24 lo óptimo y 28 a 30 días como máximo. NAVARRO (1994), señala que en disciplinas de corta duración y media duración las concentraciones deben de durar entre 18 a 28 días, mientras que las disciplinas de larga duración, entre 21 a 42 días. BICHON (1986), recomienda que la duración sea de 3 semanas. BALLESTEROS (1982) y STEPHAN (1984), señalan que la duración mínima en altitud debe de ser de 10 a 11 días hasta 21 días. Para el primero, los efectos de la altitud, duran más ó menos el mismo tiempo de permanencia en ella. PASCUA (1982), afirma que el tiempo de permanencia debe de ser de 3 a 5 semanas, reduciendo el trabajo a realizar. PAUHD (1984) establece que la duración debe de ser de 3 a 4 semanas. BICHON (1986) indica que en la primera subida a la altitud, el tiempo de permanencia debe de ser de un mínimo de 12 días.

ANTONOV (1994) realiza sus concentraciones con velocistas con una duración de 20 a 22 días, con entrenamientos en doble sesión.

b) Fases de la concentración:

1. Aclimatación:

De 3 a 5 días dirigidos al trabajo aeróbico ligero y aeróbico medio (RBI y RBII) con volúmenes bajos de entrenamiento (NAVARRO (1998), BALLESTEROS (1982) y STEPHAN(1992)). Para BICHON (1986) este período debe de durar 3 días. PAUHD (1984) afirma que en los 5 días de aclimatación, se realiza fundamentalmente carrera a velocidad lenta y excursiones. NAVARRO (1994) señala que el período de aclimatación, debe de ir reduciéndose en sucesivas concentraciones, pasando de 7-9 días a 3-4 días.

La RBI es la resistencia de base I, aquella independiente de la modalidad deportiva (ejercicios generales). La RBII es la resistencia de base II, aquella relacionada con la modalidad deportiva (ejercicios específicos).

ANTONOV (1994) señala que en la primera semana, el objetivo es adaptarse rápidamente a mayor volumen de entrenamiento con intensidad óptima, usando una gran variedad de medios.

BUENO (1995) recomienda que se realicen 2 a 3 días de recuperación a nivel del mar, previos a la subida a la altitud.

2. Desarrollo:

Para NAVARRO (1998), se realizan volúmenes altos de entrenamiento. En su primera parte trabajos aeróbicos de base (RBI y RBII) y en una segunda parte se irán aumentando la intensidad de los entrenamientos anaeróbicos (Capacidad y Potencia láctica). El entrenamiento aeróbico de corta duración, debe de tener un menor volumen y una velocidad más lenta. Un entrenamiento de resistencia puede representar para el organismo, una sobre carga del 10% al realizarlo en altitud (BUENO) (1995). El trabajo anaeróbico debe de ser a la misma velocidad que a nivel del mar para las distancias cortas de carácter aláctico y en distancias más largas, lácticas, a una velocidad más lenta. BUENO (1995), hace ver que para un mismo tipo de esfuerzo en altitud y a nivel del mar, las intensidad de las cargas es necesario reducirla para la primera situación.

BICHON (1984) señala que hay un período que dura del 4º al 15º día, pasando el trabajo de aeróbico a anaeróbico, con aumento de los tiempos de recuperación, con disminución del número de repeticiones en el trabajo de series. Recomienda microciclos de dos días de trabajo y un día de reposo relativo. El segundo período a partir del 15º día, el entrenamiento debe ser idéntico al que se realiza a nivel del mar.

STEPHAN (1992) afirma que del 7° al 8° día aparece una crisis que se ha de tener en cuenta en el entrenamiento. La intensidad debe de ser moderada en los trabajos aeróbicos y más intensa en los anaeróbicos. ONTL y EVAC (1984) indican que a partir de este 8° día, se puede entrenar la resistencia específica, la velocidad y la fuerza, con el mismo volumen e intensidad que a nivel del mar en pruebas de 400 m.l..

Para BALLESTEROS (1982), el volumen de entrenamiento en la estancia en altitud, debe de reducirse. Y para PAUHD (1984) esta fase debe de ser de 12-14 días de entrenamiento normal.

ANTONOV (1994), cree que es un error el usar las concentraciones de altitud como elemento de recreación y rehabilitación, y no para entrenamiento duro. Por ello, no se debe de elegir el inicio de la temporada como fecha para realizar una concentración. Continúa diciendo que es incorrecto el interrumpir el entrenamiento 1 a 2 días para dar descanso; ó incluso, acabar la concentración por razones puramente subjetivas. Los entrenamientos de alta intensidad no se deben de espaciar demasiado, no siendo suficiente 1-2 entrenamientos de este tipo a la semana. Los entrenamientos se deben realizar en doble sesión diaria. En este período debe de controlarse la condición del atleta para no entrar en fases negativas o incluso lesiones. Así mismo, es posible realizar 3 y cuatro unidades de entrenamiento diarias, ya que según asegura, es mejor disgregar una sesión en varias para que el deportista asimile las cargas.

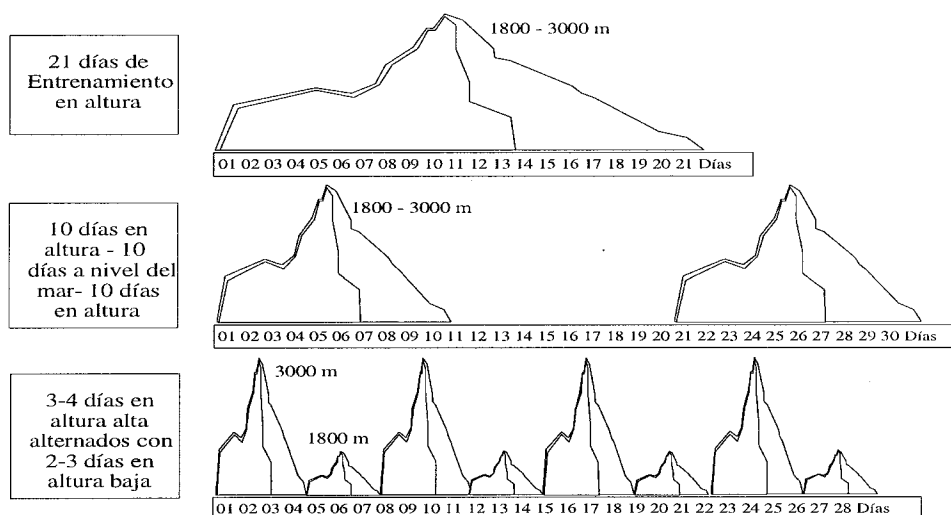
MARAJO (1997), afirma que la mejor hora para llevar a cabo el entrenamiento, es entre las 11 horas y las 16 horas, ya que en montaña en esta franja horaria, la iluminación es la más importante y el resto de los parámetros /viento y lluvia), son más estables.

3. Asimilación y Recuperación:

NAVARRO (1998) recomienda en esta fase una disminución de la intensidad y el volumen. La duración debe de ser de 3-4 días antes de bajar a nivel del mar. Para PAUHD la duración debe de ser de 5 a 6 días.

c) Número de concentraciones:

BICHON (1984), señala como lo mejor, realizar varias concentraciones en el mismo año. Las más alejadas de las competiciones, permiten al bajar, una mayor acumulación de trabajo. Las más próximas a las competiciones, sirven como puesta a punto. NAVARRO (1994) afirma que se deben de realizar varias concentraciones en una temporada. En ellas debe de ir aumentando la altitud sucesivamente. También indica que en atletas que han aplicado sistemáticamente el entrenamiento en altitud, puede perder efectividad en ellos. Por ello, se utilizan otros sistemas buscando el efecto choque. El sistema puede ser combinar estancias cortas con cargas extremas, por ejemplo, 2 estancias de 10 días con interrupción de 10 días ó 2-4 estancias de 3-4 días a más de 3000 mts. alternadas con 2-3 días de estancia en altitudes inferiores. (SUSLOV).



ONTL y EVAC (1984) también recomiendan que se realicen varias estancias en altitud en lugar de una sola. De 2 a 3 es lo más eficaz y una antes de la competición principal es lo más positivo. DUBOIS (1981) hace ver que para velocistas de 400 m.l., la primera concentración debe tener como objetivo principal el entrenamiento de la velocidad-resistencia (Capacidad láctica) y el segundo la resistencia específica (Potencia láctica).

ANTONOV (1994), afirma que realiza 3 concentraciones al año con sus atletas, en altitud, con una duración de 60 – 70 días en total.

c) Recuperación:

STEPHAN, H. (1992) recomienda que la recuperación debe de ser más larga que a nivel del mar. DUBOIS (1981) señala que ésta debe de ser 2 veces más larga que a nivel del mar en distancias cortas (Trabajo aláctico) y 3 ó 4 veces en distancias largas (Trabajo láctico). Asimismo, establece que cada 3 días de entrenamiento se debe de tener un día de descanso. Para NAVARRO (1994), los trabajos aeróbicos deben tener una recuperación en la primera mitad de la concentración de 1,5 veces más larga que a nivel del mar y después exactamente la misma. En cambio en trabajos anaeróbicos, la recuperación debe de ser igual en trabajos inferiores a 3 mmol / l; un 15% mayor en trabajos entre 4 y 7 mmol / l y en un 30% en trabajos superiores a 7 mmol / l.

d) Fechas de realización:

ANTONOV (1994) realiza dos concentraciones en los períodos de preparación general de invierno y de verano y una última concentración próximo al período de competiciones de verano. Esta última concentración se debe finalizar 20 días a un mes, antes de la competición principal.

STEPHAN (1992) da como requisitos para elegir las fechas de la concentración en altitud previa a una competición, que de 3 a 5 días después de la finalización de la misma, se realicen las competiciones secundarias, y entre 10° a 28° día las principales. Asimismo, que las variaciones individuales, se tienen que conocer a lo largo de concentraciones plurianuales.

ONTL y EVAC (1984), ajustan más las fechas, y afirman que la competición importante debe de estar programada entre los días 16° y 20° después de la bajada a nivel del mar.

PAUHD (1984) señala que el descenso al nivel del mar, debe de coincidir con una competición importante o con un entrenamiento intenso. Pasados 3 ó 4 días se produce una crisis y entre los días 7 al 17 se produce una mejora que permite competir a gran nivel.

3. VUELTA A NIVEL DEL MAR

TERRADOS (1994) señala como características en la vuelta a nivel del mar:

- El Gasto cardíaco vuelve a la normalidad en 3 a 5 días después del retorno a nivel del mar.
- El aumento de la 2,3-DPG, desaparece rápidamente al volver al nivel del mar.
- Se mantiene la Hiperventilación durante varias semanas después de la vuelta a nivel del mar, aunque este factor no parece influir en los valores del VO₂Max.
- Después de 15 a 25 días de bajar a nivel del mar, los niveles del deportista vuelve a su nivel pre-altitud.

STEPHAN, H. (1992) junto con la Federación Francesa de Atletismo, realizaron en 1977 un estudio para determinar el mejor momento para competir después de una estancia en altitud de 18 días de media. Observó, que el mejor momento para conseguir un buen resultado en pruebas de 800 y 1500 mts. fueron en los 3°, 4° y sobretodo 5° días después de bajar a nivel del mar. En el 6° día comienza un período desfavorable, que alcanza su punto álgido en el 8° día y finaliza el 10° día. Desde el 12 al 28 día, el rendimiento vuelve a ser muy favorable.

DUBOIS, R. (1981) afirma que entre el 3º y 5º día después del descenso a nivel del mar. Es el período favorable para entrenamientos no específicos. Entre el 6º y el 11º día es desfavorable para cualquier entrenamiento. Del 12 al 30 día es favorable para el entrenamiento específico.

PASCUA (1982) y ARCELLI (1982) afirman que los dos primeros días de bajada son los mejores, junto con el 10 y 11 día. Afirman que el mejor período es el preparatorio y rara vez en pre-competición.

NAVARRO (1998) afirma que en los 3-4 primeros días, realizar trabajos de aclimatación RBI y RBII y trabajo de velocidad sin cargas límite y altas exigencias de lactacidemia. Posteriormente aumentar el trabajo de Capacidad y Potencia láctica.

La competición debe de realizarse 2 a 3 semanas después de la bajada. En disciplinas de larga distancia, se han encontrado buenos resultados en los primeros 3 días después de la bajada.

Según POLUNIN, citado por NAVARRO (1998), la respuesta al rendimiento sigue las siguientes fases:

La capacidad aumenta entre los 3 y 7 días primeros. El nivel desciende al comienzo de la segunda semana. Posteriormente aumenta gradualmente desde los días 10 al 13, llegando a ser efectivas las competiciones entre los días 18 a 24. Existe una tercer “ola” menos efectiva para los deportistas que compitieron antes, entre los días 36 al 50.

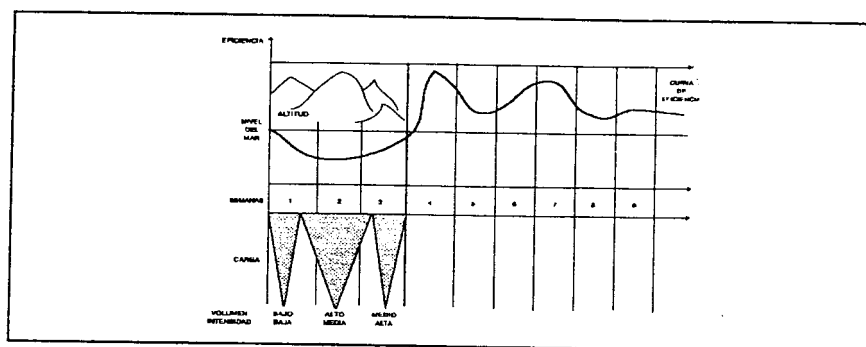


Figura 4: Dinámica del rendimiento en períodos de altitud y post-altitud. Según Polunin (1990).

BICHON (1986) indica que el primer día el rendimiento es bueno y baja a normal al 2º día para de nuevo ascender a un muy buen resultado entre el 4º y 5º día. De nuevo un descenso siendo el 7º el peor para subir de nuevo hasta el 12º día y manteniéndose hasta el 30º día.

VIII. RECOMENDACIONES AL ENTRENAR EN ALTITUD

- Realizarse un reconocimiento médico general al inicio de la concentración.
- Subir a la altitud con los depósitos orgánicos de hierro y Vitamina C altos (desde 1 a 2 semanas antes). También la Vitamina E (200 – 500 mg/día desde un par de días antes de subir), y Magnesio.
- Aumentar la ingesta de líquidos.
- Realizar experiencias previas en período preparatorio, para conocer las respuestas de cada atleta a la altitud. No realizar nada que no se haya probado antes a nivel del mar.
- No subir a la altitud, si uno se encuentra mal.
- Enfocar el entrenamiento hacia una única cualidad metabólica.
- Hay que intentar mantener la planificación de ese período de entrenamiento con mayores pausas y volúmenes fraccionados en varias sesiones y respetando las fases de aclimatación, desarrollo y recuperación.
- Hay que mantener el ritmo, velocidad y frecuencia en los entrenamientos para no perder los estímulos neuromusculares.
- Calibrar de forma individual las cargas de entrenamiento teniendo en cuenta que entre el 3º y 6º día suele haber una bajada en el Gasto Cardíaco, que afecta al rendimiento.
- Durante las primeras semanas, disminuye la Capacidad Tampón, importante en los entrenamientos de tipo anaeróbico lácticos.

- El Gasto Cardíaco se mantiene disminuido durante 2º a 5º días después del descenso al nivel del mar, por lo que se debe tener en cuenta para las competiciones post-altitud.
- Prevenir las irritaciones faríngeas, enfriamientos y las infecciones de cualquier tipo. Para ello, prevenir llevando ropa de abrigo, gafas de sol, cremas solares.
- Dormir suficientemente, incluso con mayor duración de lo normal, según afirma DUBOIS, R (1981).
- Hacer uso de medios externos de recuperación en una proporción mayor (saunas, masajes, etc.).
- ONTL y EVAC (1984) también recomiendan que no es necesaria una preparación específica antes de subir a la altitud, aunque los atletas mejor entrenados, se adaptan mejor.
- El calentamiento en el entrenamiento de altitud debe de ser más largo.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, George.1993. El entrenamiento en diferentes alturas. **TRACK AND FIEL QUARTERLY REVIEW**. Nº 2, 93: 32-34.
- ALVAREZ, Julian.1999. Decálogo para el entrenamiento en altura. <http://www.mec.es/csd/altacomp/altoniv/granada/espanol/decalocsd.htm>.
- ANTONOV, Nikola.1994. My experience of altitude training with 100 and 200 m. runners. **NEW STUDIES IN ATHLETICS**. Nº 2, 94: 59-63.
- ARCELLI, Pro.; PASCUA, Manuel.; BALLESTEROS, Jose Manuel.1982. Coloquio sobre el entrenamiento en altitud. **CUADERNOS DE ATLETISMO**. Nº 8, 88: 71-80. ISBA: 84-85977-42-4.
- BICHON, Marc.1984. Entrenamiento en altitud. Problemas, accidentes e incidentes. **CUADERNOS DE ATLETISMO**. Nº 15, 85: 97-100. ISBA: 84-505-0451-1.
- BICHON, Marc.1986. El entrenamiento en altitud media. **SPORT**. Nº 4, 86: 44-46.
- BUENO, Manuel.1995. Problèmes de l'entraînement en altitude. **AMICALE ENTRENEATEURS FRANCAISES ATLETISME**. Nº 137, 95: 51-55.
- DAPENA, Jesús, FELTNER, Michael.1987. Effects of wind and Altitude on the Times of 100-Meter Sprint Races. **INTERNATIONAL JOURNAL OF SPORT BIOMECHANICS**. 1987 Nº 3: 6-39.
- DUBOIS, R..1981. Entrenamiento en altitud de 2000 mts. de un grupo de cuatrocentistas. **CUADERNOS DE ATLETISMO**. Nº 11, 83: 113-118. ISBA: 84-500-8907-7.
- FREDERICK, Sue 1987. Why altitude training doesn't work. **TRACK AND FIEL QUARTERLY REVIEW**. Nº 114. 87: 30-32.
- HOLLMANN, Wildor 1994. The historical development of altitude training and current medical knowledge. **NEW STUDIES IN ATHLETICS**. Nº 2. 94: 7-13.
- NAVARRO, Fernando 1994. Planificación del entrenamiento en altitud. **STADIUM**. Nº 167. 94: 31-41.
- ONTL, K. y EVAC, M..1984. Entrenamiento de la prueba de 400 m.l. femenino en altitud. **CUADERNOS DE ATLETISMO**. Nº 15, 85: 39-46. ISBA: 84-505-0451-1.
- PAUHD, Jean-Francois.1984. Entrenamiento de medio fondo en altitud. **CUADERNOS DE ATLETISMO**. Nº 15, 85: 47-54. ISBA: 84-505-0451-1.
- POORTMANS, Jacques.1984. Transporte de oxígeno y adaptaciones metabólicas durante el ejercicio en altitud. **CUADERNOS DE ATLETISMO**. Nº 15, 85:13-19. ISBA: 84-505-0451-1.
- MARAJO, José. 1997. La préparation en altitude pour les courses de ½ fond. **AMICALE ENTRENEATEURS FRANCAISES ATLETISME**. Nº 145, 97: 29-38.
- NAVARRO, Fernando 1994. Planificación del entrenamiento en altitud. **STADIUM**. Nº 167, 1994 :31-41.
- NAVARRO, Fernando 1998. La resistencia. **EDITORIAL GYNOS**. :151-169. ISBA: 84-8013-114-4
- TERRADOS, Nicolás 1994. El entrenamiento en altitud. **INFOCOES**. Vol I, nº 1, 96:26-38.
- STEPHAN, Hervé.1984. Rendimiento en altitud y rendimiento al volver a nivel del mar. **CUADERNOS DE ATLETISMO**. Nº 15, 85: 87-96. ISBA: 84-505-0451-1.
- STEPHAN, Hervé.1992. Intéret d'une préparation en altitude pour les coureurs de demi-fond. **AMICALE ENTRENEATEURS FRANCAISES ATLETISME** Nº 126, 92: 12-14.

- SUSLOV, Felix, 1994. Basic principles of training at high altitude. **NEW STUDIES IN ATHLETICS**. N° 2. 94: 45-49.
- VARIOS, Aut. 1991. Flying machine. **EYEWITNESS ENCYCLOPEDIA**. Vol 22.: 94: 64 -123 ISBN: 84-86459-59-1.
- VARIOS, Aut. 1995. A dorling kindersley book. **ILLUSTRATED REFERENCE ENCYCLOPEDIA**. 95: 263 -267 ISBN: 84-920055-2-1.