



S El entrenamiento de la capacidad de resistencia está mostrando caminos de mejora hasta hace bien pocos años insospechados. Los entrenadores actuales de alto nivel están afanándose en explorar nuevas vías de optimización de la prestación desde una perspectiva integral del entrenamiento. Llevamos excesivos años saturando vías y reservas de adaptación centradas exclusivamente en los sistemas energéticos y poco se puede avanzar ya desde los entrenamientos fraccionados o los continuos, vías convencionales de entrenamiento, y desde donde desgraciadamente estaremos siempre en desventaja con razas y etnias africanas con clara supremacía genética respecto a la raza blanca, atletas que se demuestran desde hace 20 años invencibles e inalcanzables para los deportistas blancos, entrenen éstos como entrenen.

ENTRENAMIENTO MUSCULATURA EN LOS DEPORTES

Recientemente se está demostrando que la musculatura ventilatoria constituye otro factor limitante del rendimiento en los deportes de fondo, contrariamente a como se pensaba. Por ello, el entrenamiento de esta masa muscular es algo que no debemos descuidar en los programas para la mejora del rendimiento deportivo. En esta ocasión, Fernando nos hablará de este apasionante concepto.

Algunas de estas nuevas perspectivas vengo desarrollándolas en artículos anteriores donde traté de explicar (no sé si con éxito) factores de rendimiento como la mejora de la economía de carrera o la mejora de la fuerza en el fondista, en un intento de mos-

Muchos estudios ya han demostrado que el entrenamiento específico de la musculatura ventilatoria puede dar lugar a mejoras en el rendimiento.



TO DE LA VENTILATORIA ES DE FONDO

Fernando Lozano Martínez

trar otros caminos menos explorados para aumentar el potencial de nuestro deportista. En esta ocasión vamos a hablar de otra sencilla herramienta por la que últimamente existe mucho interés y debate. Se trata de la **mejora de la resistencia a la fuerza de la musculatura ventilatoria.**

Este concepto transgrede un principio fundamental asentado durante muchos años en las bases de la fisiología del esfuerzo, basado en que la ventilación no

es un factor limitante del rendimiento. Esto es debido a que ante una prueba de esfuerzo máximo, cuando hemos llegado a la potencia aeróbica máxima (VO₂max) estamos por debajo de nuestro máximo potencial en litros/minuto de nuestra ventilación. Este concepto ha hecho durante muchos años despreciar un intento de entrenamiento de esta masa muscu-

lar (bastante grande y extensa, por cierto), pero últimamente existen muchos fisiólogos deportivos que empiezan a poner en duda este descuido. Vamos por partes. Sistema pulmonar y rendimiento

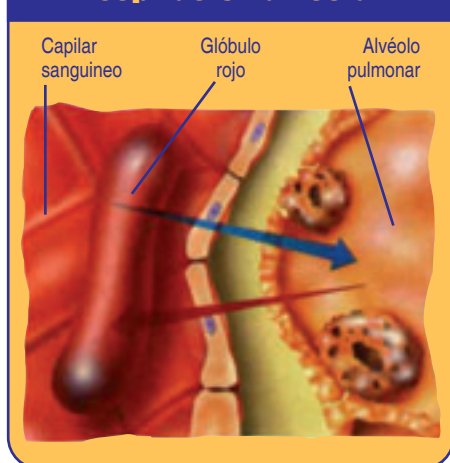
Los últimos planteamientos sobre la limitación en el rendimiento están claramente enfocados hacia factores periféricos o musculares, más que centrales. La cesión de oxígeno a la musculatura y como ésta lo aprovecha para producir energía a nivel mitocondrial es el objetivo metabólico final. Los avances en investigación molecular vienen demostrando en los últimos años como la calidad de la masa muscular determina el potencial oxidativo del deportista en mucha mayor medida que los factores centrales. Este aprovechamiento más o menos efectivo estará determinado por la cantidad de flujo sanguíneo, la saturación parcial de oxígeno arterial y la concentración de hemoglobina. Además, la estimulación y activación de proteínas



específicas musculares (principalmente la AMPK, la interleukina 6 y la Calciomodulina) provocará que la fibra muscular pueda utilizar el caudal de oxígeno y nutrientes energéticos (glucógeno y grasa) en pos de la obtención de energía.

Uno de los sistemas encargados de todo este proceso es el sistema pulmonar. Últimamente muchos autores están investigando y comprobando limitaciones en dicho proceso, comprobando hipoxemias arteriales importantes ante ejercicios extremos (desaturaciones parciales de oxígeno) y fatiga en los músculos respiratorios como sucede con los músculos locomotores.

Respiración alveolar



Ello nos hace pensar en limitaciones a nivel de demanda energética de la propia musculatura ventilatoria (Dempsey y cols, 2008) en conjunción con fatiga muscular de la misma, alterando con ello los patrones normales de su propia mecánica, incluso de la propia difusión alveolo-capilar del oxígeno.

Sobre estos hechos sobre los que no quiero extenderme más, ya que aporé la bibliografía sobre el tema al final del artículo, desde una perspectiva del entrenamiento, no es descabellado pensar en unos posibles beneficios entrenando la musculatura ventilatoria con parámetros de resistencia y fuerza al igual que otros músculos. Este concepto de entrenamiento específico de la musculatura ventilatoria podría dar lugar a mejoras en el rendimiento como muchos estudios están demostrando, mejorando parámetros como la reducción de fases de hipo-apneas durante ejercicio máximo por fatiga, reducción



de la disnea a nivel central y una mejor regulación del flujo sanguíneo como las últimas tendencias señalan.

Músculos ventilatorios

Los músculos ventilatorios efectúan la acción de introducir y expulsar el volumen de aire existente en el ambiente. Dicho proceso de ventilación consta de la efectividad del volumen corriente de flujo aéreo inspirado y de la frecuencia respiratoria, que en reposo está comprendida entre 14 y 16 ciclos por minuto.

La masa muscular implicada en este proceso mecánico es bastante extensa,

siendo la fase inspiratoria la que tiene un gasto de energía al tener que vencer una presión negativa. Los músculos inspiratorios son los intercostales externos y el diafragma principalmente, así como los escalenos y el esternocleidomastoideo como auxiliares.

En situaciones de ejercicio intenso se han detectado disminuciones de la presión alveolar de hasta un 45% inferior comparado con las situaciones de reposo, además de una alteración del PH bastante significativa, variando desde el 6,8 del reposo hasta el 7,2 en ejercicio. Estas variaciones que ocurren en el lecho pulmonar hacen sospe-

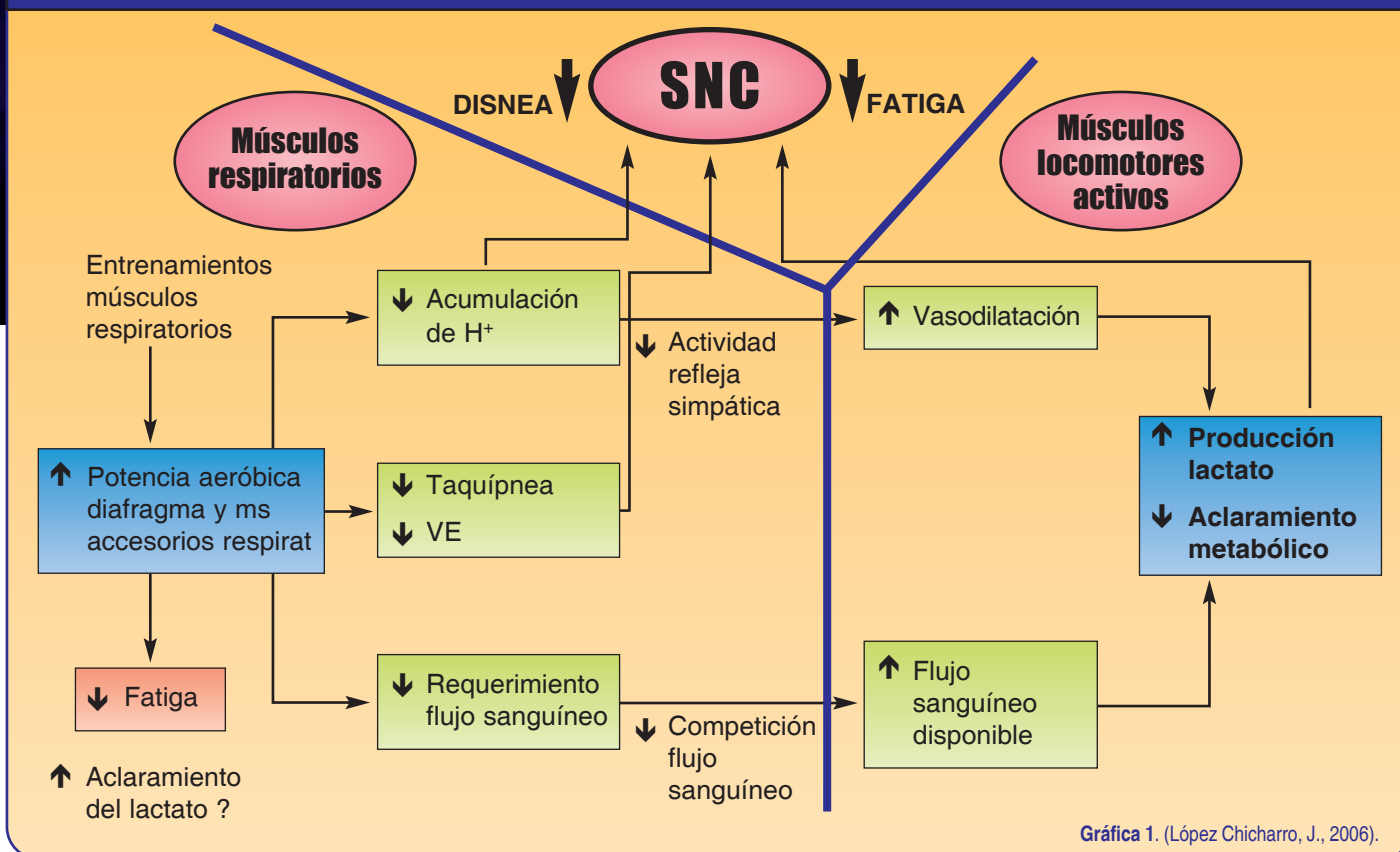
El mejorar igualmente la resistencia a la fuerza y los picos de presión inspiratoria va a repercutir en un retraso en la fatiga muscular a nivel ventilatorio.

char en dos factores fundamentales como limitantes del rendimiento aeróbico:

- Por un lado, un **compromiso en la demanda de flujo sanguíneo**, y por tanto energético, entre la musculatura ventilatoria y la musculatura locomotora (piernas-brazos).
- Por otro lado, un trabajo prolongado como el de resistencia puede acarrear una **fatiga muscular** desencadenante de procesos hipo-ventilatorios en el lecho alveolar (Jonson y cols, 1993).

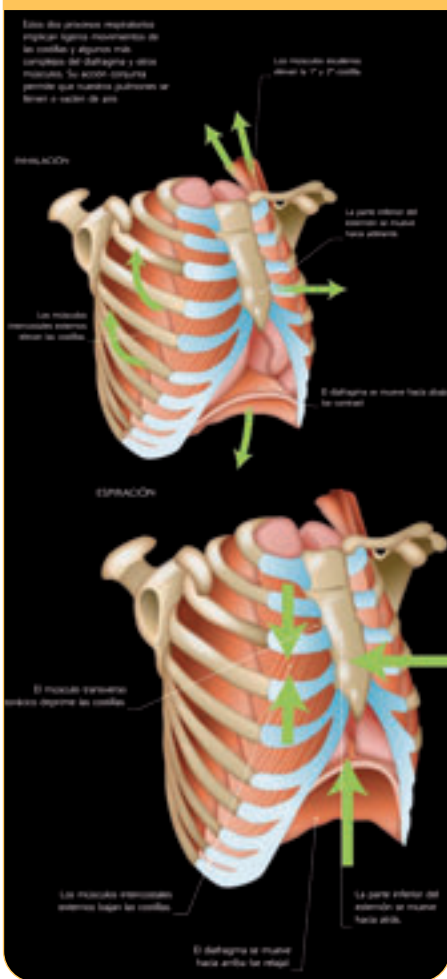
Respecto al primer aspecto, recientemente ha aparecido un estudio realizado por Allison McConnell aparecido en la revista Physiology News, en Otoño de 2007, donde parece existir un proceso reflejo metabólico denominado "disneico" y que es originado con receptores de SPO2 en la misma musculatura respiratoria. Este reflejo, pone en marcha una alteración del flujo sanguíneo preferencial para esta musculatura privando al resto de oxígeno y sangre. A este respecto, el grupo de Dempsey aboga por un entrenamiento específico a nivel muscular de esta musculatura, con el obje-

Efectos del entrenamiento de los músculos respiratorios sobre factores que pueden condicionar el rendimiento físico aleatorio



Gráfica 1. (López Chicharro, J., 2006).

Inhalación y espiración



tivo de retrasar este reflejo lo máximo posible, aspecto que se logra al aumentar con entrenamiento las presiones inspiratorias máximas y los picos de flujo.

Hoy día, existen multitud de estudios que intentan dilucidar si un entrenamiento de la musculatura inspiratoria puede mejorar el rendimiento aeróbico, y existe una predominancia de respuestas afirmativas a esta cuestión. En la Gráfica 1 podemos ver un excelente diagrama que sintetiza todos los procesos que pueden estar implicados en la mejora del rendimiento tras un entrenamiento de la musculatura respiratoria (Chicharro, 2006).

El entrenamiento de la musculatura inspiratoria

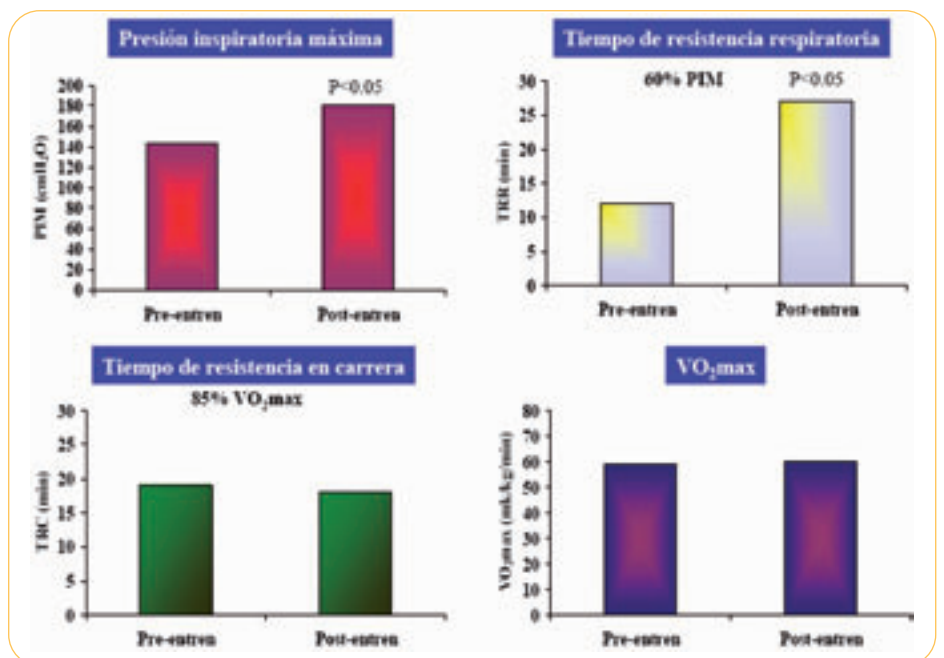
Si aceptamos el hecho del retraso del reflejo disneico, entramos de lleno en el concepto desarrollado en artículos anteriores sobre la mejora de la economía o eficiencia de carrera. El mejorar igualmente la resistencia a la fuerza y los picos de presión inspiratoria va a repercutir en un retraso en la fatiga muscular a nivel ventilatorio, disminuyendo o desapareciendo los procesos hipo-alveolares descritos anteriormente.

En la Gráfica 2 podemos ver dos estudios donde se demuestra una mejora de los flujos aéreos y picos inspiratorios tras entrenamientos de la musculatura (Williams y cols, 2002).

Ahora bien, ¿cómo podemos llevarlo a cabo? Actualmente disponemos de unos aparatos llamados "incentivadores respiratorios", donde podemos regular con precisión la resistencia inspiratoria y controlar el proceso del entrenamiento. Este proceso del entrenamiento de la fuerza inspiratoria debe ser progresivo, sistemático y más intenso conforme avanza la temporada. En la carrera es importante tener en cuenta la posición del deportista ya que ésta afecta a la mecánica del diafragma, progresando desde posiciones fijadas (por ejemplo un banco) hasta posiciones inestables (por ejemplo una pelota gigante o Fitball).



Incentivador Powerbreath.



Gráfica 2. Williams y col, 2002: Medicine SciSports Exercise 34-1194/1198.

Combinar el trabajo en hipoxia junto con el entrenamiento de la musculatura inspiratoria logra mejoras en el rendimiento bastante notables.



Entrenamiento respiratorio sobre Fitball.

buenos picos de flujo inspiratorio máximo, entrenar a menor nivel de resistencia conforme hacemos entrenamiento técnico. Incluso es una buena alternativa como calentamiento, disminuyendo la fase de déficit de oxígeno que siempre se produce en los inicios del entrenamiento aeróbico.

Desde mi "Centro de Entrenamiento Programasalud", insistimos en la necesidad de combinar el trabajo en hipoxia (del que hablaré en el próximo número) junto al entrenamiento de la musculatura inspiratoria, persiguiendo con ello mejoras en el rendimiento bastante notables, haciendo no

sólo adaptación a la hipoxia, sino el propio entrenamiento muscular que los incentivos nos permiten.

Una última cuestión que me gustaría añadir es la necesidad de cuidar nuestro diafragma si hacemos este tipo de entrenamiento. Al igual que cualquier otro músculo entrenado, no es inhabitual que se produzcan adherencias y fijaciones del mismo a la parrilla costal, por lo que será necesario con maniobras de fisioterapia y osteopatía eliminar estas fijaciones para no provocar alteraciones en la mecánica respiratoria.●

BIBLIOGRAFÍA

- BOUTELLIER U. Med. Sci. Sports Exerc. 30: 1169-1772, 1998.
 DEMPSEY, A. Y COLS. Update in the Understanding of Respiratory Limitations to Exercise Performance in Fit, Active Adults. Chest, September 1, 2008; 134(3): 613 - 622.
 JEUKENDRUP AE, SARIS WHM, BROUNS F, Y KESTER AM, Med. Sci. Sports Exerc 28: 266-270, 1996.
 JONSON BD Y COLS. Exercise-induce diaphragmatic fatigue in healthy humans. J. Physiol 1993.
 MCCONNELL, A. Y LOMA, M. The influence of inspiratory muscle work history and specific inspiratory muscle training upon human limb muscle fatigue. J Physiol 2006
 SPENGLER CM, ROOS M, LAUBE SM, Y BOUTELLIER U. Eur J Appl. Physiol 79: 299-305, 1999.
 VOLIANITIS. S. Y COLS. Med. Sci. Sports Exerc.
 WEINER ET AL. Chest 102 (5): 1357-1361. 1992.

Rompe tus marcas con el poder de la altitud

programma
ENTRENAMIENTO EN ALTURA SIMULADA

Programma Oxígeno te ofrece un servicio de **entrenamiento en altura simulada** efectivo, individualizado y seguro.

programma
ENTRENAMIENTO EN ALTURA SIMULADA

Teléfono: 91 373 41 36

info@programma-oxygeno.com
www.programma-oxygeno.com



Juan Carlos de la Ossa
Campeón de España de Cross
(2004-2005-2006 y 2007)