



Determinación de umbrales ventilatorios para entrenamiento por zonas

Consuelo Soto A. Sports Specialist
Magister en Medicina y Ciencias del Deporte

Whitepaper 22.07 rev.A

Chaski.fit

**¿Se pueden
obtener
fuera del
laboratorio?**

Los beneficios del entrenamiento por zonas

En los últimos años los avances en el rendimiento deportivo han sido exponenciales y es frecuente ver resultados que antes eran inimaginables, con deportistas batiendo récords constantemente. Uno de los factores determinantes detrás de estos grandes logros es la sofisticación del entrenamiento, gracias al soporte de especialistas y científicos que han elevado las bases y metodología del entrenamiento, utilizando la tecnología como principal herramienta. Un caso notable es el del atleta keniano Eliud Kipchoge, quien fue el primero en bajar la marca de 2 horas en una maratón, generando polémicas por lo que han llamado "doping tecnológico" dada las ayudas técnicas con las que logró dicho récord y que obligó a organismos internacionales a formular nuevas normativas que se adapten a los avances tecnológicos (1).

El paradigma actual de entrenamiento basa su metodología en la determinación de zonas que derivan del modelo trifásico, planteado por Skinner y McLellan (2). Este modelo divide la respuesta fisiológica durante un ejercicio de intensidad creciente en zonas baja, media y alta, en donde cambia la vía metabólica usada para la obtención de energía. Dichas zonas se separan por quiebres en la tendencia de concentración del lactato en sangre, los cuales se manifiestan en la respuesta respiratoria como el umbral aeróbico (VT1) y umbral anaeróbico (VT2).

Estas zonas se utilizan para programar los entrenamientos, de forma que éstos sean óptimos y sin que el deportista llegue a una sobrecarga. Por ejemplo, el equipo de triatlón noruego evalúa constantemente a sus atletas con test de lactato para calcular los umbrales y zonas de entrenamiento personalizadas. Este método, que ya es conocido popularmente como el "método noruego", los ha llevado a ganar el oro en repetidas oportunidades en los últimos mundiales y juegos olímpicos (3). La tabla 1 muestra las zonas de intensidad, y cómo los umbrales las dividen, junto con la asociación de las zonas con otros parámetros del ejercicio.

Intensidad	BAJA		MEDIA		ALTA
Lactato	0-1 mmol	Umbral Aeróbico	2-3 mmol	Umbral Anaeróbico	>5 mmol
Fuente de Energía	Grasas		Grasas / Glucosa		Glucosa
Tiempo sostenible a esa intensidad	Indefinido		40 Mins - 3 Hrs		1 Min - 30 Mins
Percepción de esfuerzo	0-3		4-7		8-10

Tabla 1: Lactato: concentración en sangre. Percepción de esfuerzo: escala de Borg modificada

Distintos estudios han demostrado que la prescripción personalizada del ejercicio basada en los umbrales VT1 y VT2 del deportista resulta en un aumento en el consumo de oxígeno (VO₂máx) muy superior al obtenido por deportistas que entrenan en base a porcentajes relativos de parámetros como la frecuencia cardíaca (4). Además, el entrenamiento basado en umbrales demostró ser efectivo para todos los deportistas que usan esta modalidad, algo que no se observó en el grupo

de entrenamiento en base a frecuencia cardíaca. Lo anterior confirma que el uso de umbrales en la prescripción del ejercicio no sólo es más eficiente, sino también atenúa la variación individual en las respuestas al entrenamiento.

Es importante mencionar que los parámetros VT1 y VT2 son individuales y dinámicos, es decir, se alcanzan a diferente carga para cada deportista, y suelen cambiar en el tiempo. Por lo mismo, para poder acceder a los beneficios del entrenamiento personalizado basado en umbrales es necesario poder evaluarlos en forma individual y periódica.

Evaluación de umbrales en test de esfuerzo:

¿Cómo lo hacen los deportistas profesionales?

El *gold standard* para calcular los umbrales ventilatorios en deportistas es la ergoespirometría. Este examen cardiopulmonar se realiza en centros especializados y bajo supervisión de profesionales del área de la salud. Durante el procedimiento, el deportista realiza una prueba de esfuerzo maximal en una bicicleta ergométrica o caminadora, la que consiste en un protocolo de intensidad incremental hasta llegar al agotamiento. Durante el examen, se mide el consumo de oxígeno (VO₂), la producción de anhídrido carbónico (VCO₂) y la ventilación usando una máscara facial conectada a un analizador de gases (Figura 1). Posteriormente, y en base a quiebres en la tendencia de los parámetros ventilatorios, se determinan los umbrales VT1 y VT2, además del VO₂max.

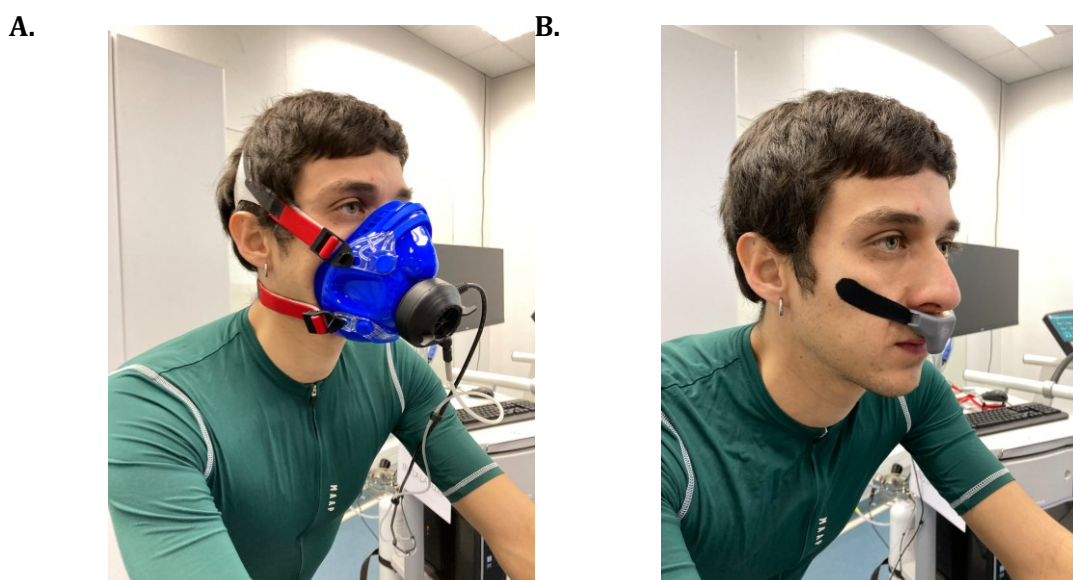


Figura 1. A. Deportista con máscara de ergoespirometría. B. Deportista con CHASKi.

La información entregada por el examen de ergoespirometría es la que utilizan los entrenadores para planificar con exactitud las intensidades de entrenamiento óptimas para alcanzar determinados objetivos, sin caer en el sobre entrenamiento. Además, la evaluación periódica de los umbrales ventilatorios permite verificar objetivamente si el entrenamiento realizado por el deportista está siendo efectivo. Sin embargo, los requerimientos para realizar una evaluación por ergoespirometría hacen que sea un examen costoso y difícil de realizar en forma habitual, lo que limita su uso a deportistas profesionales.

CHASKi: democratización de la evaluación deportiva

En la búsqueda de ampliar el acceso a la evaluación deportiva profesional nace CHASKi, un dispositivo cómodo y liviano que permite monitorizar la actividad respiratoria durante el ejercicio (Figura 2a). CHASKi registra la actividad respiratoria nasal y oral, a partir de la cual es posible estimar la evolución de la frecuencia respiratoria (RR, por sus siglas en inglés) y proporción de respiración oral/nasal. CHASKi es muy fácil de usar, se sincroniza con su aplicación en el teléfono móvil mediante bluetooth y muestra la frecuencia respiratoria en tiempo real (Figura 2b).

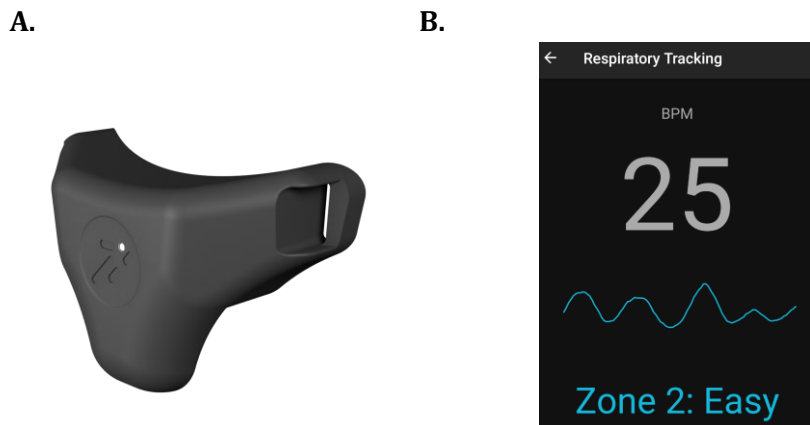


Figura 2. A. Dispositivo CHASKi B. Curva de Frecuencia Respiratoria en CHASKi app

A partir de estas señales, y usando algoritmos propietarios, CHASKi estima el VT1 y VT2 del deportista durante una prueba de esfuerzo maximal que puede ser realizada fuera del laboratorio. En base a estos umbrales ventilatorios, CHASKi determina 5 zonas de intensidad que se dividen en Warm up, Easy, Aerobic, Threshold y Maximum (Figura 3).

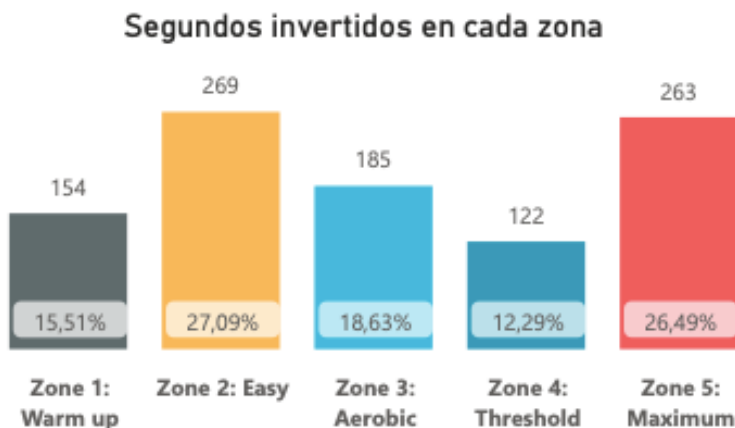


Figura 3. Zonas de entrenamiento basadas en Frecuencia Respiratoria.

Adicionalmente, y en conjunto con bandas cardíacas y rodillos inteligentes, los umbrales y zonas pueden ser extrapolados a otras variables deportivas como la frecuencia cardíaca (HR, por sus siglas en inglés) y la potencia (Watts) (Figura 4).

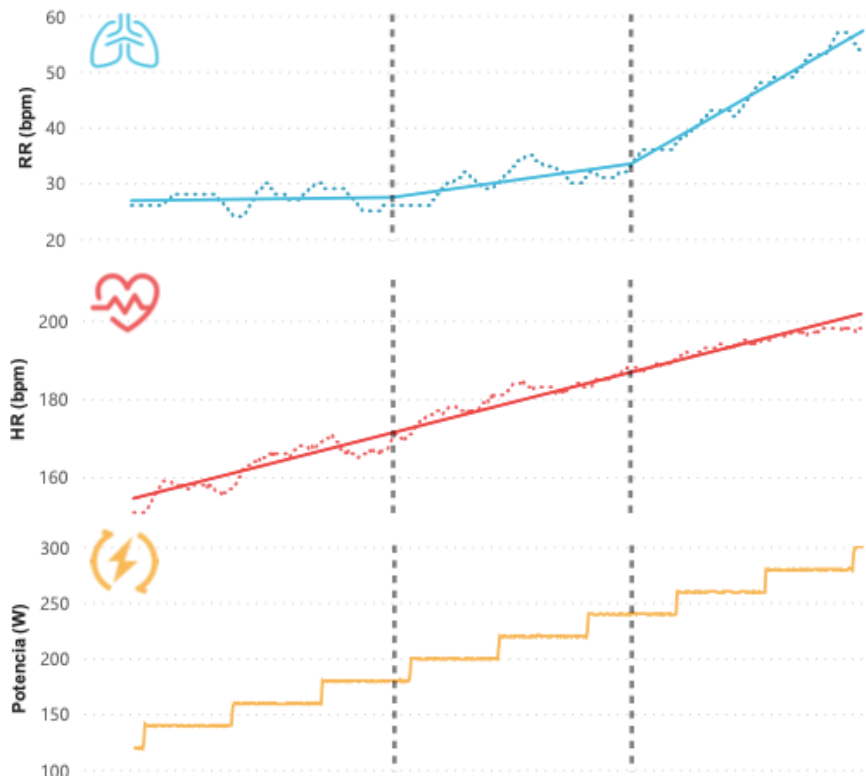


Figura 4. Curvas de frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca y potencia durante prueba incremental maximal.

Así, con CHASKi es posible obtener zonas de intensidad personalizadas, lo cual permite diseñar el entrenamiento deportivo con mayor exactitud, de manera de lograr resultados eficaces. Además, dada la simpleza de su uso, CHASKi permite realizar evaluaciones tan seguidas como el deportista requiera, a partir de lo cual es posible evaluar el progreso del rendimiento deportivo en forma fácil, cómoda y accesible para todo tipo de deportistas.

Referencias

1. Galisteo, A. (2019) Los límites legales del dopaje tecnológico. Recuperado el 23 de Junio de 2022, de EXPANSION. Website: <https://www.expansion.com/juridico/actualidad-tendencias/2019/12/30/5e0a3fbce5fdeafc3e8b45d8.html>
2. Skinner JS, McLellan TM. The transition from aerobic to anaerobic metabolism. Res Q Exerc Sport. 1980 Mar;51(1):234-48
3. Hambleton, B. (2022). How to train like a Norwegian. Recuperado el 28 de Junio de 2022, de Canadian Running Magazine. Website: <https://runningmagazine.ca/sections/training/how-to-train-like-a-norwegian/>
4. Wolpern AE, Burgos DJ, Janot JM, Dalleck LC. Is a threshold-based model a superior method to the relative percent concept for establishing individual exercise intensity? a randomized controlled trial. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2015 Jul 4;7:16.