Un gran motor no basta

(lo que el VO_2max dice, y lo que no)

Juan Pablo Gelmi

→

El VO_2max no es tu «nivel de forma».

Piensa en un motor de avión: su potencia máxima depende de cuánto aire puede aspirar y quemar.

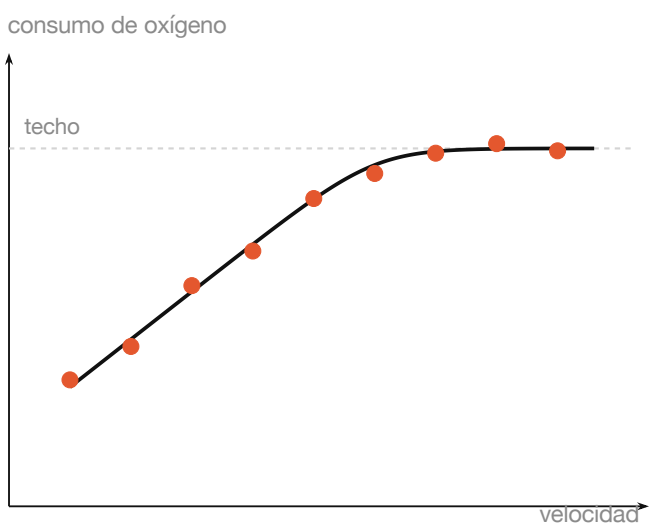
Tu VO_2max es eso: el máximo de oxígeno que tu cuerpo capta y usa por minuto.

Medirlo complementa las sensaciones. No las reemplaza.

¿Cómo se ve ese techo?

En una prueba cada vez más rápida, el consumo de oxígeno sube con la velocidad.

Hasta que deja de subir, aunque corras más rápido.
Esa meseta es el VO_2max.

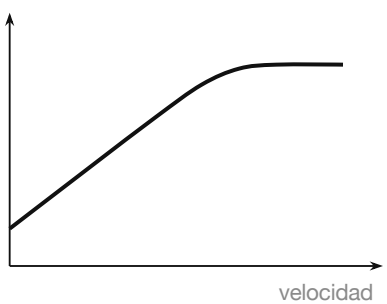


Ref. [1, 2]

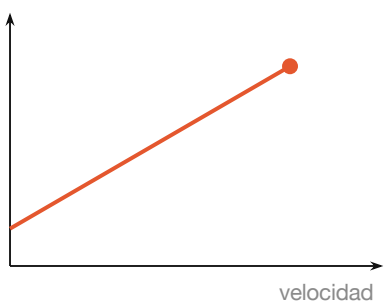
VO_2peak: el valor más alto que alcanzaste en esa prueba.

Puede ser tu máximo o quedar por debajo si paraste antes.

El problema: el 40 % o más de las personas sanas no muestra meseta, aunque llegue a su máximo.
Por eso se verifica.



con meseta
VO_2max



sin meseta
VO_2peak

Hay dos formas de expresarlo.

Absoluto (L/min): el tamaño del motor.
Relativo (mL/kg/min): ese motor dividido por tu peso.

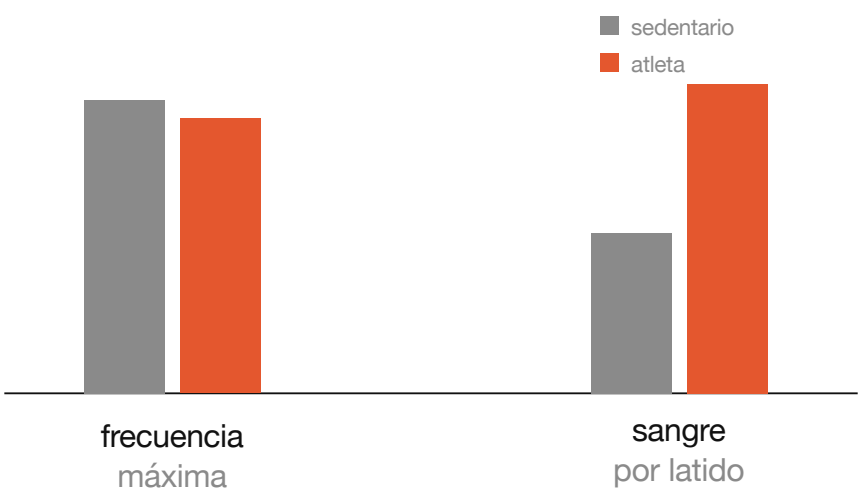
$$\text{VO}_2\text{max absoluto} = \frac{\text{litros de oxígeno}}{\text{minuto}}$$

$$\text{VO}_2\text{max relativo} = \frac{\text{VO}_2\text{max absoluto (mL/min)}}{\text{peso corporal (kg)}}$$

¿Qué pone ese techo?
Sobre todo, el corazón.

A máximo esfuerzo, el corazón de un atleta no late más rápido que el de un sedentario. Incluso puede latir más lento.

La diferencia está en cada latido:
se llena más y bombea más sangre.



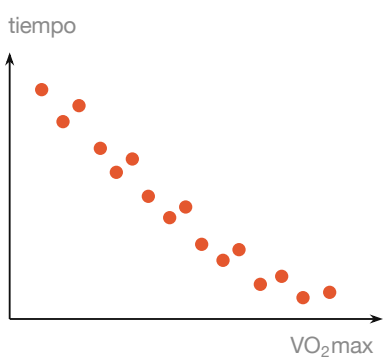
Ref. [3, 4]

→

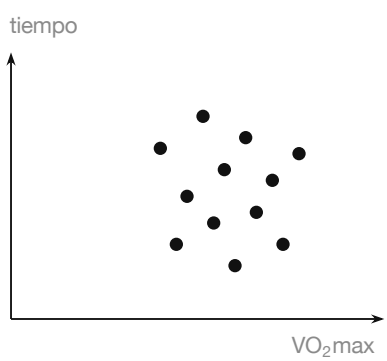
¿Qué tan determinante es?
Depende de a quién compares.

Entre corredores de nivel muy distinto, el VO_2max predice bien el tiempo.
Entre corredores parecidos, casi nada.

Ahí decide la economía: el 65 % de la diferencia.



nivel variado
$r \approx -0{,}86$



nivel parecido
$r = -0{,}12$

El VO_2max es el techo,
no la velocidad.

Tu ritmo en carrera depende de tres cosas: qué tan alto es tu techo, qué parte de él aguantas y cuánto oxígeno gastas por kilómetro.

Hay una cuarta, todavía en estudio: cuánto resisten las tres al cansancio.

$$\text{velocidad} \approx \frac{VO_2\text{max} \times \%\ \text{que aguantas}}{\text{oxígeno por km}}$$

+ resiliencia: cuánto se mantiene todo esto al final de la carrera

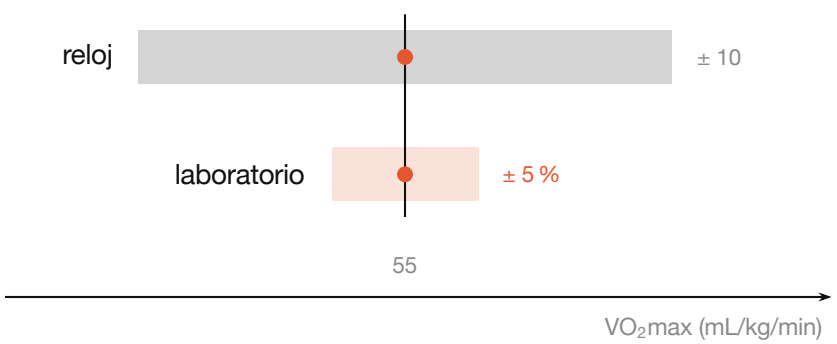
Ref. [4, 7, 8, 9]

→

¿Y el número de tu reloj?

Es una estimación. En grupos acierta en promedio, pero en una persona puede errar ±10 mL/kg/min.

Incluso en laboratorio, varía cerca de un 5 % de una prueba a otra.
No lo mido: lo estimo.



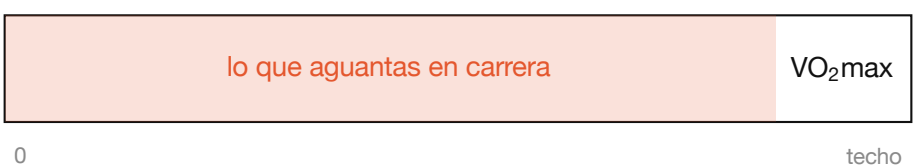
Ref. [10, 11]

→

Entonces, ¿para qué medirlo?

Para saber de qué tamaño es tu motor y ver si cambia con el tiempo.

Pero el techo no gana carreras.
Las gana cuánto de él aguantas y qué tan eficiente eres.



proyecto
n + 1

Referencias

[1] Hill, A. V. & Lupton, H. (1923). Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen. *Q J Med*, 16(62), 135–171. doi:10.1093/qjmed/os-16.62.135

[2] Poole, D. C. & Jones, A. M. (2017). Measurement of the maximum oxygen uptake VO_2max: VO_2peak is no longer acceptable. *J Appl Physiol*, 122(4), 997–1002. doi:10.1152/japplphysiol.01063.2016

[3] Levine, B. D. (2008). VO_2max: what do we know, and what do we still need to know? *J Physiol*, 586(1), 25–34. doi:10.1113/jphysiol.2007.147629

[4] Bassett, D. R. & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc*, 32(1), 70–84. doi:10.1097/00005768-200001000-00012

[5] Foster, C., Costill, D. L., Daniels, J. T. & Fink, W. J. (1978). Skeletal muscle enzyme activity, fiber composition and VO_2max in relation to distance running performance. *Eur J Appl Physiol*, 39(2), 73–80. doi:10.1007/BF00421711

[6] Conley, D. L. & Krahenbuhl, G. S. (1980). Running economy and distance running performance of highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 12(5), 357–360. doi:10.1249/00005768-198025000-00010

[7] Joyner, M. J. (1991). Modeling: optimal marathon performance on the basis of physiological factors. *J Appl Physiol*, 70(2), 683–687. doi:10.1152/jappl.1991.70.2.683

[8] Joyner, M. J. & Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: the physiology of champions. *J Physiol*, 586(1), 35–44. doi:10.1113/jphysiol.2007.143834

[9] Jones, A. M. (2024). The fourth dimension: physiological resilience as an independent determinant of endurance exercise performance. *J Physiol*, 602(17), 4113–4128. doi:10.1113/JP284205

[10] Molina-Garcia, P., Notbohm, H. L., Schumann, M., et al. (2022). Validity of estimating the maximal oxygen consumption by consumer wearables: a systematic review with meta-analysis and expert statement of the INTERLIVE Network. *Sports Med*, 52(7), 1577–1597. doi:10.1007/s40279-021-01639-y

[11] Katch, V. L., Sady, S. S. & Freedson, P. (1982). Biological variability in maximum aerobic power. *Med Sci Sports Exerc*, 14(1), 21–25. doi:10.1249/00005768-198201000-00004

Los datos de los gráficos son ilustrativos. Los valores de VO_2max y sus márgenes de error son valores de referencia de los estudios citados, no constantes universales.