

LOS MITOS DEL LACTATO



y su importancia en el deporte

Se han desarrollado multitud de opiniones, valoraciones y creencias acerca del lactato, su consumo, su producción y su metabolización en el ámbito del ejercicio. Es por ello que se han de valorar científicamente todas ellas desde un punto de vista metabólico y científico.

Aitor Centeno Gdo. en CAAF y Deporte **Carlos Revuelta** Gdo. en CAAF y Deporte **Manuel Fernández** Gdo. en Biotecnología **Luis Royuela** Gdo. en Nutrición
Sergio L. Jiménez Director Máster Entrenamiento y Nutrición Deportiva Escuela Universitaria Real Madrid-Universidad Europea de Madrid. Universidad Europea de Madrid
ATHENutrition Group www.athenutrition.com – athenutrition@gmail.com – @AtheNutrition

El lactato es uno de los principales marcadores clásicos del metabolismo energético del ejercicio. Comenzó a medirse y a estudiarse como ácido láctico a principios del siglo XX. Posteriormente, en los años 70, Fitts & Holloszy (1976), lo denominaron como uno de los factores de fatiga muscular asociado a la bajada de pH, provocando acidosis en respuesta al ejercicio.

A partir de estos estudios, se desarrollaron multitud de opiniones, valoraciones y creencias acerca del lactato, su consumo, su producción y su metabolización en el ámbito del ejercicio. Es por ello que se han de valorar científicamente todas ellas desde un punto de vista metabólico y científico.

Así, podemos encontrar distintos mitos del lactato como:

1. El lactato es un producto del metabolismo anaeróbico o anaerobio, es decir, sin oxígeno.
2. El lactato es residuo que se produce a cambio de energía.

Hay que enterrar la creencia de que el lactato es algo perjudicial para nuestro organismo, ya que es un metabolito activo que tiene una función tamponadora o *buffer*.

3. Existe una bajada del pH sanguíneo e intramuscular, denominada como acidosis láctica.
4. Denominación de ácido láctico, en vez de lactato.
5. Denominación del proceso metabólico como anaeróbico láctico y aláctico.
6. El lactato provoca «cristales» de ácido láctico para dar explicación a las DOMS o también llamadas «agujetas».

Es por ello que intentaremos darle explicación a cada uno de ellos para su entendimiento.

En referencia al punto 1, el lactato es un producto del metabolismo energético anaeróbico, es decir, metabolismo en el cual no

es necesaria la presencia de oxígeno para desarrollar su función. Esto no quiere decir que en el músculo que está llevando a cabo este proceso, no exista oxígeno, sino que no existe el suficiente para que las necesidades energéticas sean totalmente suplidas por una oxidación completa, mediante el ciclo de Krebs y la respiración celular. Por tanto, vías anaeróbicas y aeróbicas, trabajan al mismo tiempo. Los diferentes metabolismos conviven dentro de las células. Por ello no existe un ejercicio en el que únicamente se oxiden grasas, glucosa, glucógeno o fosfocreatina, sino que se combinan las distintas vías energéticas de cara a suplir la demanda de Adenosin Trifosfato (ATP) presente en cada tejido en respuesta al ejercicio.

En relación a los puntos 2 y 3, es importante destacar que el lactato es un producto final del metabolismo energético anaeróbico, no un residuo. Desde hace unos años, se ha planteado la idea del lactato como algo beneficioso para el metabolismo, llegando a valorar la eficiencia del lactato como productor de energía y de acción tamponadora, regulador del pH, como se recoge en la revisión de 2016 de Hall y colaboradores. Como se observa en la imagen 1, estaríamos refiriéndonos a un producto que, además de generar energía (ATP) en su producción, genera un efecto tamponador en las células mediante la captación de los protones generados en otros procesos, como se puede observar en la siguiente reacción, catalizada por la enzima lactato deshidrogenasa y sus cofactores $\text{NADH} + \text{H}^+$ (protón).

Con lo visto hasta el momento, desaparece la opción de que el lactato sea el productor de la acidosis dado que su producción específica tiene el efecto contrario: la eliminación de protones del medio intracelular. Sin embargo, sí es cierto que se observa la existencia de un descenso de pH intramuscular y sanguíneo, por lo que la producción de protones existe en la musculatura en respuesta al ejercicio. Ahora debemos de aclarar de dónde vienen dichos protones. Como se puede observar en la imagen 2, (Robergs y cols., 2004), los protones provienen de la degradación del ATP para conseguir energía a $\text{ADP} + \text{Pi} + \text{H}^+$. A la pregunta de por qué baja el pH, debemos responder que por el alto consumo de ATP en el músculo en respuesta al ejercicio, y no por la producción de lactato.

Por último, y en relación a los puntos 4, 5 y 6 que hemos indicado anteriormente, cabe tener en cuenta el uso de la terminología de ácido láctico o procesos lácticos, así como la importancia que tiene el conocimiento y la evaluación de la química del ácido. Las propiedades químicas de un ácido vienen determinadas por su pKa, siendo este punto el pH a partir del cual el ácido se encuentra en forma de ion negativo, es decir, en el caso del ácido láctico en forma de lactato. En dicho punto, el ácido láctico tiene un pH de 3.86, al contrario del pH fisiológico que siempre está en torno a pH 7. Por tanto, nunca encontraremos ácido láctico sino lactato. Siendo este hecho aún más claro cuando se obtiene del metabolismo a partir de piruvato. Como se puede comprobar en la imagen 1, la reacción necesaria para

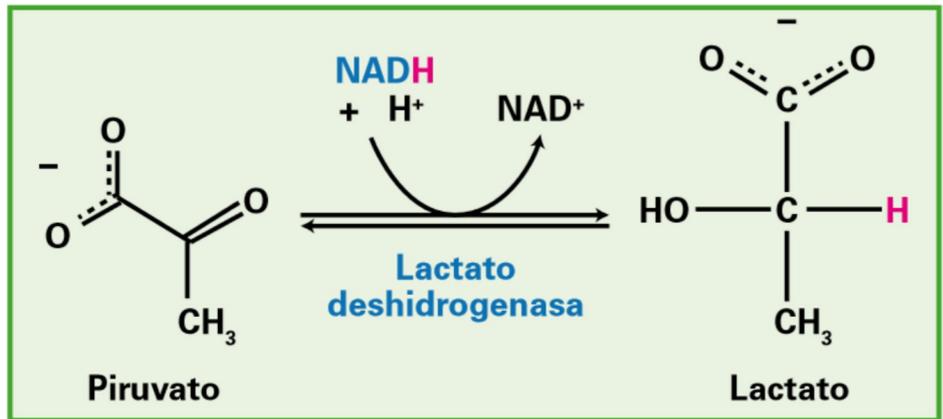


Imagen 1. Reacción del metabolismo energético, en la que se describe químicamente el paso de piruvato a lactato.

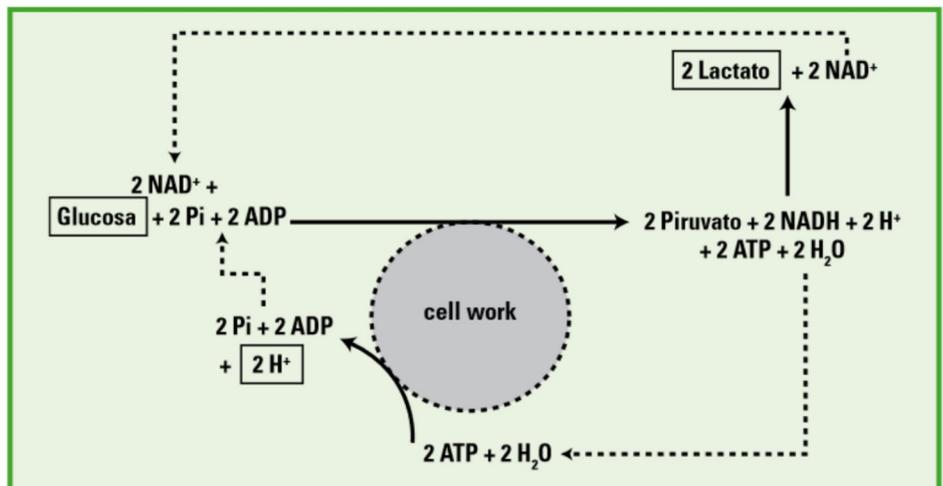


Imagen 2. Descripción global del metabolismo del lactato, con representación de cada uno de los procesos bioquímicos que implica (Robergs y cols. de 2004).

la conversión de piruvato a lactato es una reacción de reducción, es decir, una reacción donde se generan dos protones, uno donado por un cofactor (NADH), y otro por el medio celular en forma de H^+ . Con esta aclaración, se puede afirmar que los cristales de ácido láctico nunca pueden existir en el cuerpo humano, dado que el ácido láctico no existe a pH fisiológico.

Como conclusión, simplemente esperamos haber aclarado dudas y haber enterrado la creencia del lactato como algo perjudicial para nuestro organismo, ya que es un meta-

bolito activo que tiene una función tamponadora o buffer contraria a la que se le atribuye normalmente. Otra de sus funciones es su potencial para regenerarse a piruvato, ya sea en el hígado o en otros músculos adyacentes a sus productores. Esto es fundamental para los entrenadores y el entendimiento de lo que sucede en ejercicios de intensidad donde las necesidades energéticas son muy altas y no pueden ser suplidas en su mayoría por vía aeróbica (respiración celular, ciclo de Krebs, B-oxidación), interviniendo la vía anaeróbica en función de los umbrales (VT1, VT2), aunque siempre al mismo tiempo. ■ ■ ■ ■

BIBLIOGRAFÍA

- FITTS R.H. y HOLLOSZY J.O. (1976). Lactate and contractile force in frog muscle during development of fatigue and recovery. *American Journal of Physiology*, 231(2), 430-433.
- HALL M.M., RAJASEKARAN S., THOMSEN T.W. y PETERSON A.R. (2016). Lactate: Friend or foe. *PM&R*, 8(3), S8-S15.
- ROBERGS R.A., GHASVAND F. y PARKER D. (2004). Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 287(3), R502-R516.



Bajar bien no tiene un proceso de aprendizaje estandarizado, realmente es algo intuitivo y natural.

¿CÓMO MEJORAR LAS BAJADAS POR MONTAÑA?

Uno de los pilares básicos del corredor de montaña, sobre todo en sus inicios, es conseguir bajar con soltura. Podemos considerarlo como el aspecto que más diferencia a un corredor de *trail* con experiencia de otro que sea inexperto. Nadie pone en duda que una carrera de montaña se gana subiendo y se pierde bajando, algo a tener en cuenta sea cual sea el nivel del corredor que se aventure a correr por montaña.

Miguel Ángel Rabanal San Román *Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Entrenador Superior de Atletismo, Natación, Ciclismo y Triatlón – www.intelligentrunning.es*

¿Cómo aprender a bajar por montaña?

No es algo que se consiga y se asimile de la noche a la mañana, por lo que debemos ser muy pacientes y a la vez constantes. En contra de lo que se piensa, no tiene un proceso de aprendizaje estandarizado, realmente es algo intuitivo y natural, y no hay que pensar demasiado en cómo bajar. En lo que se debe incidir es en practicar en bajadas reales por montaña, aumentando progresivamente la dificultad en base a la distancia, el terreno y el desnivel para poco a poco ir cogiendo soltura y notando esa fluidez en los movimientos, que implicará bajar más rápido con el mínimo coste energético y el menor esfuerzo muscular posible.

De manera general podemos darte unas pautas para que entiendas la correcta técnica de bajada:

- Cuando el terreno es fácil y no tiene demasiada pendiente, la zancada es lo más amplia posible, impactando más con el talón y con la pierna casi estirada, para así controlar el exceso de velocidad, los brazos llevan un balanceo amplio para compen-

sar la zancada más larga y el cuerpo va recto o ligeramente inclinado hacia atrás. La frecuencia de zancada se ve incrementada ligeramente.

- Cuando hay mucha pendiente y el terreno es técnico y complicado, se debe inclinar

el cuerpo más hacia atrás para que no coja demasiada inercia, los brazos abiertos para equilibrar cualquier mal apoyo, la mirada está en el suelo y buscando con agilidad la zona por donde vamos a pisar, el impacto contra el suelo no es tanto con

13 ASPECTOS CLAVES

1. Controlar la gravedad con valentía y mucha confianza.
2. Estar relajados sin contracciones innecesarias ni agarrotamientos.
3. Evitar tensión en la espalda y en los brazos.
4. Disfrutar de la sensación de bajar.
5. Limitar los impulsos que aceleren y procurar no perder velocidad.
6. Centro de gravedad ligeramente retrasado y descendido.
7. Técnica adecuada a la pendiente con pasos dinámicos y mucha frecuencia.
8. Adecuada colocación de los pies con un aterrizaje uniforme en el suelo, a ser posible con la zona del mediopié.
9. Coordinación entre lo que vemos y dónde apoyamos.
10. Mirada por delante de la pisada.
11. Atención plena por la continua incertidumbre del terreno: piedras, roderas, curvas, tierra, barro, ramas,...
12. Buscar la mayor fluidez en los movimientos y evitar parar.
13. Correcta preparación muscular previa.

Nota: Estos son simplemente unos pequeños consejos pero no son la «fórmula mágica» que sustituya al tiempo (de meses a años) que se debe invertir en la montaña para poder llegar a bajar adecuadamente y con soltura.

el talón, y apoyaremos toda la zona del pie sin llevar la pierna tan estirada como hacíamos en bajadas menos técnicas y pronunciadas, la inercia hace que no necesitemos apenas impulso para avanzar. Para evitar retorcernos el tobillo y llevar más velocidad, debemos hacer apoyos muy rápidos evitando retener demasiado. La frecuencia de carrera se ve incrementada de manera acusada.

Virtudes para dominar las bajadas

- **Paciencia:** Hacer muchas repeticiones de distintas bajadas, lo que conlleva hacer cientos y miles de horas por la montaña.
- **Conformismo:** Intentar mejorar dentro de las posibilidades de cada uno.
- **Polivalencia:** Practicar otros deportes complementarios como por ejemplo esquiar, patinar, escalada, montar en moto o hacer bici de montaña, en los que se afiancen el dominio de la gravedad, pues será clave el perder el miedo a bajar y dar estímulos diferentes que tengan transferencia.
- **Concentración:** Poner siempre la máxima atención para poder dirigir todos los pensamientos por donde pisamos, teniendo cierta capacidad de anticipación.

¿Cuál es el factor clave en una bajada?

Lo más importante para bajar rápido es la fuerza, la agilidad y la coordinación que



Aspectos principales a trabajar en las bajadas dependiendo de la experiencia en la montaña

	Corredores principiantes en montaña	Corredores con un buen dominio técnico
Adaptación al medio	****	**
Trabajo de fuerza excéntrica	****	*****

tenga el corredor fruto de su adaptación al medio, ya que al contrario de las subidas, el potencial cardiorrespiratorio pasa a un segundo plano. La capacidad de fuerza excéntrica que tenga el corredor determinará su grado de fatiga, por lo que será de vital importancia incidir en este tipo de fuerza para mejorar el rendimiento en bajada tanto en corredores noveles como en aquellos más experimentados:

¿Qué es la fuerza excéntrica?

Es una forma de trabajar la fuerza incidiendo en uno de los tres tipos de contracciones que existen, concretamente

las contracciones excéntricas, y para que entiendas en qué consiste te las explicaremos relacionándola con los otros tipos de contracción muscular:

- **Contracción concéntrica:** Es aquella en la que el músculo cuando se contrae se acorta al irse acercando las inserciones musculares. Ejemplo: cuando estamos de cuclillas y nos levantamos, los cuádriceps se contraen y su acortamiento es lo que permite que la rodilla se extienda y podamos subir.
- **Contracción isométrica:** Es aquella en la que el músculo cuando se contrae man-

tiene la misma longitud entre las inserciones. Ejemplo: Cuando estamos semiagachados metiendo los platos en el lavavajillas con la rodilla ligeramente flexionadas, los cuádriceps están contraídos pero no hay un acortamiento muscular que implique movimiento.

- **Contracción excéntrica:** Es aquella en la que el músculo a pesar de contraerse no se acorta sino que aumenta la distancia entre las inserciones musculares. Esto puede suceder al coger una carga tan elevada que no se pueda vencer o porque lo hagamos de manera controlada en un gesto consciente. Ejemplo: cuando nos sentamos en una silla, el cuádriceps a pesar de estar contrayéndose se va estirando para permitir que nos podamos sentar.

Por lo tanto, la contracción excéntrica se diferencia de las demás en que el músculo hace fuerza pero en lugar de acortarse



Son muchas las ventajas de trabajar la fuerza excéntrica para mejorar las bajadas del corredor de montaña.

se alarga, y podemos decir que es una contracción en la que se frena el movimiento de un peso que de manera natural cogería velocidad por la fuerza de la gravedad.

¿Por qué nos interesa trabajar la fuerza de manera excéntrica?

Son muchas las ventajas de trabajar la fuerza excéntrica para mejorar las bajadas del corredor de montaña, y no cabe duda que también

se podrían aplicar a cualquier otro deportista de resistencia. Os las resumimos en estas 12:

1. Se afianza la fuerza muscular.
2. Aumenta la elasticidad de las fibras musculares.
3. Fortalece los tendones sin irritarlos.
4. Genera sarcómeros en serie, lo que facilita el alargamiento muscular.
5. Mayor reclutamiento de fibras musculares.
6. Mejora la coordinación intramuscular: las fibras de un mismo músculo se contraen al unísono.
7. Mejora la coordinación intermuscular: los diferentes músculos implicados en un gesto actúan a la vez.
8. Genera una compensación muscular con el resto de contracciones: isométricas y concéntricas.
9. Aumenta la estabilidad y reacción de las articulaciones.
10. Mejora la lubricación muscular.
11. Promueve una mayor sensibilidad propioceptiva.
12. Favorece la no aparición de lesiones musculares y tendinosas

Formas que un corredor de montaña tiene para trabajar de manera excéntrica

Para entrenar la fuerza excéntrica de cara a mejorar en las bajadas durante una carrera de *trail* se deben plantear dos tipos de entrenamientos: las bajadas propiamente dichas y los ejercicios específicos (aquellos que implican una retención del movimiento y en los multisaltos).

A. Haciendo bajadas controladas

Dependiendo del nivel de los corredores se pueden establecer diferentes tipos de entrenamientos cuesta abajo (ver tabla).

Niveles	Tipo de entrenamientos	Ejemplo de entrenamiento
Principiante (corredores que vienen del asfalto y se inician en la montaña).	Subir andando para no cargar la musculatura implicada en la bajada, y bajar cuestas con pendiente moderada corriendo pero haciendo descansos.	3-4 subidas andando en una cuesta con un desnivel positivo de 40-60m y, tras descansar 3-4 minutos, hacer la bajada partiéndola en cuatro tramos y descansando entre ellos un minuto, que se aprovechará para estirar un poco.
Medio-bajo (corredores que ya han participado en pruebas de montaña pero no dominan aún las bajadas).	Subir alternando carrera y caminata a partes iguales, y bajar cuestas con más pendiente pero sin demasiadas dificultades técnicas y tratando de llevar cada vez más velocidad.	Subir andando y corriendo en una cuesta de 60-80m de desnivel positivo y, tras descansar 1-2 minutos en la cima, hacer la bajada corriendo. Repetir otras dos o tres veces más la misma cuesta procurando que cada vez se haga más rápido.
Medio-alto (corredores que ya llevan mucho tiempo haciendo <i>trails</i> y siempre ganan puestos en las bajadas).	Subir corriendo a ritmo y bajar cuestas con mucha pendiente y/o con ciertas dificultades técnicas tratando de hacer cambios de ritmo variados dependiendo del tipo de corredor.	Subir corriendo una cuesta de 100-150m de desnivel positivo y sin apenas descanso bajar alternando cambios de ritmo de 1'20" muy fuerte y 40" suaves. Repetir varias veces más dependiendo de la fase de la temporada, pero dejando un amplio tiempo de rodaje entre medias.
Alto (corredores de <i>trail</i> de élite o semi-élite que se entrenan para poder disputar las carreras de montaña en las que participan).	Subir corriendo a ritmo fuerte sobre todo en el tramo final para llegar con fatiga a la cima, y bajar con mucha pendiente y dificultad técnica tratando de parar y arrancar varias veces para romper el ritmo y afianzar el dominio técnico en situaciones de fatiga.	Subir corriendo de manera progresiva en una cuesta de 150-200m de desnivel positivo, y sin descanso bajar haciendo de manera programada varias paradas en seco cada 70" sin descanso. Repetir varias veces más, dentro de una misma sesión o a lo largo de la semana, variando el tipo de terreno y las dificultades técnicas.