



Ciencias aplicadas

La respuesta del lactato ante esfuerzos aeróbicos en niños y jóvenes: una revisión de paraguas

The lactate response to aerobic exercise in children and young adults: an umbrella review

Coyotl Castillo Ivan¹, Flores Meneses Mildred Eileen², Guzmán Esquivel Eduardo³, López Youshimatz Diana Michelle⁴, Xicale Deaquino Carlos⁵

^{1,2,4,5} Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

³ Universidad Autónoma del Estado de México

*Email de correspondencia: ivan.coyotl@alumno.buap.mx

Recibido: 19-jul.-25

Aceptado: 19-ago.-25

Resumen

Durante el ejercicio aeróbico el cuerpo sufre una serie de cambios fisiológicos para adaptarse a las condiciones que dicho esfuerzo demanda; esta respuesta varía significativamente entre niños y jóvenes. El comportamiento del lactato es de especial interés por su potencial utilidad como marcador de la actividad metabólica. Esta revisión de paraguas integra la evidencia actual sobre la cinética del lactato ante el ejercicio aeróbico en niños y jóvenes. El objetivo es realizar una revisión de los estudios sistemáticos y metaanálisis publicados sobre la información actual del tema tratado, con el fin de orientar una mejor toma de decisiones en la intervención de poblaciones infantojuveniles. Por lo tanto, se realiza una búsqueda sistemática en las bases de datos: PubMed, Mendeley y ResearchRabbit. Se utiliza la metodología de búsqueda de revisión sistemática PRISMA para guiar, identificar y extraer los artículos relevantes, descartando el uso de revisiones literarias, scooping reviews y entrevistas. Se puede concluir que los niños tienen una mayor velocidad de remoción y aprovechamiento del lactato como fuente de energía durante el esfuerzo aeróbico, llegando incluso a ser comparable con el metabolismo de algunos atletas adultos. No obstante, el diseño metodológico de algunas investigaciones en el área debe ser mejorado para establecer congruencia sobre el papel del lactato en el rendimiento y la fatiga muscular.

Palabras clave: Lactato, Niños, Jóvenes, Aéreoico, Metabolismo.

Abstract

During aerobic exercise, the body undergoes a series of physiological changes to adapt to the demands of the effort; this response varies significantly between children and adolescents. Lactate behavior is of particular interest due to its potential usefulness as a marker of metabolic activity. This umbrella review integrates current evidence on lactate kinetics during aerobic exercise in children and adolescents. The objective is to review published systematic studies and meta-analyses on the current state of knowledge on the topic, in order to guide better decision-making in the intervention of child and youth populations. Therefore, a systematic search was conducted in the following databases: PubMed, Mendeley, and ResearchRabbit. The PRISMA systematic review methodology was used to guide, identify, and extract relevant articles, excluding the use of literature reviews, scoping reviews, and interviews. It can be concluded that children have a higher lactate removal rate and utilize lactate more efficiently as an energy source during aerobic exertion, even reaching levels comparable to the metabolism of some adult athletes. However, the methodological design of some studies in this field should be improved to establish consistency regarding the role of lactate in performance and muscle fatigue.

Keywords: Lactate, Kids, Youngers, Aerobic, Metabolism.

Introducción

Desde el comienzo del siglo XVII, se ha considerado al ácido láctico (lactato) es exclusivamente un desecho posterior a la degradación de glucosa, sustentado en la disminución de oxígeno dentro de las mitocondrias, lo cual hizo sinergia en la teoría de que la hipoxia y anoxia inducen la síntesis de ácido láctico (Ferguson et al., 2018). Actualmente, se logró demostrar que el músculo produce ácido láctico durante la contracción en ausencia de oxígeno, sin embargo el término correcto sería lactato la cual es la forma ionizada ya que una vez que se produce una contracción muscular de alta intensidad o vigorosa en condiciones de limitada o nula presencia de oxígeno, el piruvato se reduce a lactato al recibir un electrón, siendo que el NADH o puede re-oxidarse en NAD⁺, pero se requiere NAD⁺ como aceptor de electrones para oxidar posteriormente al piruvato (Lehninger et al., 2009, p. 546), en sentido se debe tener en cuenta también que el ácido láctico a pH fisiológico (~7.4) aproximadamente el 99% se disocia en lactato y un protón (H⁺), por lo tanto el proceso se resume así: $Piruvato + NADH + H^+ \Rightarrow Lactato - NAD^+$; de tal manera que el lactato al consumir protones en realidad favorece temporalmente a la amortiguación de la acidosis (Robergs et al., 2004). Posteriormente el lactato producido en el músculo será transportado al hígado para posteriormente convertirse en glucosa, siendo esto una etapa del ciclo de Cori (Bertuzzi et al., 2011).

Por su parte al hablar de ejercicio aeróbico también denominado entrenamiento de resistencia, éste comprende un conjunto de ejercicios de larga duración, durante un determinado tiempo con una intensidad y frecuencia constantes con el fin de inducir la capacidad aeróbica, lo cual será definido como; la capacidad de llevar oxígeno a los músculos y utilizarlo para generar energía (Armstrong & Barker, 2011), es allí donde además de las vías de producción de energía comúnmente mencionadas ATP-PC, glucolítica y oxidativa, se encuentra entre estas últimas un proceso de síntesis de ATP, demostrándose que el lactato sirve como sustrato energético importante para la respiración mitocondrial, particularmente durante condiciones aeróbicas (Brooks, 2020), descartando la

hipótesis de que el lactato es la principal limitante del ejercicio de alto rendimiento. Por lo tanto, la incógnita acerca del funcionamiento del lactato en el cuerpo de niños y jóvenes al realizar un esfuerzo aeróbico es una de las mayores preguntas dentro del área deportiva, considerando la diferencia de tamaño y proporción muscular, es esperable que un niño presente limitada concentración de sustratos, principalmente de glucosa y glucógeno, por lo tanto, la generación de lactato estaría limitada.

En este orden de ideas se tiene que los niños, exhiben un umbral anaeróbico más alto y concentraciones de lactato en sangre variable, según la edad y la intensidad del ejercicio (Nikitakis et al., 2019). Un hecho ampliamente aceptado es que las concentraciones de lactato sanguíneo en los niños son menores para cualquier intensidad de ejercicio (Villa Jiménez et al., 2016). Sin embargo, la ruptura anaeróbica del glucógeno lleva a una acumulación intracelular de ácidos inorgánicos, de los cuales el ácido láctico es el más importante, debido a su disociación en lactato e hidrogeniones, provocando consigo la clásica fatiga en el músculo esquelético (Westerblad & Allen, 2002), pero esta fatiga no es producida principalmente por la acumulación de hidrogeniones que no pudieron reducir a un piruvato, por su poca disponibilidad durante la glucólisis, sino porque la presencia de fosfatos (P) producto del rompimiento del ATP inhiben el ATP accionado para el consumo de calcio en el retículo sarcoplasmático, y en consecuencia afecta la función muscular (Westerblad & Allen, 2002), estos estudios se han desarrollado principalmente en animales y adultos, aunque muchas interpretaciones de los experimentos han sido adaptados a la población infanto juvenil, aún existe un vacío en la descripción de la respuesta del metabolismo un estímulo aeróbico.

Además, un obstáculo dentro de las mediciones e individualización de los muestreos en niños y jóvenes es la carente información acerca del tema, destacando que, a pesar de tener los medios para realizarlo, siguen siendo limitadas las publicaciones relacionadas, probablemente por asuntos de acceso a

la población y limitaciones de tipo ético en las intervenciones. Lo cual ha dificultado el poder explorar a profundidad las capacidades de los jóvenes y niños en cuestiones de ejercicio, dificultando así la interpretación de datos y existiendo un sesgo evidente en las intervenciones.

Teniendo en cuenta el vacío en la disponibilidad de información que genera que programas, planes e intervenciones, se ejecuten de manera incorrecta al trabajar con poblaciones infante juveniles, es importante indagar al respecto y cubrir en resumen la información disponible, permitirá tanto para el sector deportivo como científico tomar decisiones más acertadas en el tratamiento e intervención de dicha población. Por lo tanto, el presente trabajo busca realizar una revisión de los estudios sistemáticos y metaanálisis publicados acerca del estado actual de la información sobre la respuesta del lactato durante el ejercicio aeróbico en los niños y jóvenes.

Material y Métodos

Revisión sistemática independiente, efectuada por cinco investigadores, siguiendo la metodología PICO, para evaluar la respuesta del lactato ante esfuerzos aeróbicos en niños y jóvenes. La búsqueda se llevó a cabo en las bases de datos de PubMed, Mendeley, ResearchRabbit, de artículos enfocados en la terminología que corresponde con nuestros criterios de selección “Lactato” “ejercicio” “aeróbico” “niños” “jóvenes” “lactato en sangre” “atletas” “sano” “metabolismo” “concentraciones”, descartando el uso de revisiones literarias, scooping reviews y entrevistas, únicamente para la revisión. Por otro lado, se utilizó la metodología de búsqueda de revisión sistemática (preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses) PRISMA, para guiar, identificar y extraer los artículos relevantes que estén relacionados a nuestra pregunta en las bases de datos ya mencionadas para realizar esta revisión de paraguas.

Pasos

Al realizar ejercicio aeróbico, enfocándonos únicamente en la población pediátrica y juvenil, podemos explicar que el comportamiento del lactato en sangre tendrá diversas adaptaciones fisiológicas al entrenamiento, destacando la

eficiencia metabólica y el umbral aeróbico. Por lo tanto, describir las respuestas del lactato al ejercicio aeróbico facilita la individualización de los programas de entrenamiento, previniendo el sobreesfuerzo y lesiones, así como el ajuste gradual y adecuado de las cargas de trabajo.

Para poder esquematizar la pregunta de investigación, se utilizó el modelo PICO, herramienta que guía en la identificación de los componentes de nuestra búsqueda, por lo tanto, fue importante describir cada una de sus letras, P= Población (grupo de interés sobre el cual se busca trabajar o demostrar), en cuanto a esta revisión de paraguas la población sobre la cual se trabaja son la infantil y juvenil. I= Intervención (pruebas a las cuales se les será sometidos, así como estímulos o situaciones que puedan influir), donde se ubica a la población de interés sometida a situaciones que comprometan la actividad física de carácter aeróbico. C= Comparación (Situación con la cual será comparable nuestra pregunta), donde se establece el papel del lactato y sus niveles, sean en situaciones de incremento y decremento. O= Outcomes o resultados (Qué fue lo que logramos demostrar o descubrir), donde logramos recopilar información que formará parte de la discusión, donde podemos ver el metabolismo del lactato ante situaciones de ejercicio aeróbico. El objetivo de la revisión es explorar cuál es la respuesta del lactato ante esfuerzos aeróbicos en niños y jóvenes, los cuales son nuestra población de interés, posteriormente se realiza una revisión minuciosa de la metodología, donde se someta a nuestra población a ejercicio aeróbico de intensidad media y alta, lo cual sería la intervención, después, se realiza una comparación de la respuesta de lactato bajo dos situaciones, el estado de reposo y el ejercicio de intensidad. Y se finalizó identificando los resultados que demostraban un cambio en el umbral del lactato en nuestra población de interés, demostrando cambios en los niveles de lactatemia entre un adulto, niño y joven.

Para lograr identificar los artículos funcionales para nuestra revisión, se emplearon los criterios de inclusión y exclusión, tomando como referencia que contenían valores de lactato en sangre, el uso de la actividad física aeróbica como intervención y que la población estuviera en un rango de edad de ± 5 años y ± 20

años. De un total de 15 artículos, se excluyeron 3, debido a un interés nulo en relación con nuestra revisión, por lo tanto se examinaron 12 artículos, los cuales pasaron a nuestra etapa de cribado, donde 3 artículos más fueron excluidos, teniendo un total de 9 artículos funcionales para recuperación, de estos, únicamente 7 fueron evaluados para la elegibilidad, excluyendo 2 más por uso de información generalizada y poco profunda respecto al tema, teniendo un total de 5 artículos incluidos en la revisión final.

Figura 1. PRISMA



Figura 1: Diagrama de flujo PRISMA.

RESULTADOS

(i) Graficación de datos en los resultados

En total se identificaron 15 artículos para la síntesis de nuestra revisión, sin embargo, después de someterlos a un análisis y evaluación, únicamente 5 se tomaron como referencia para esta revisión de paraguas. Dentro de los criterios de inclusión se tomó en cuenta la población infantil y joven con un rango de edad de 5 hasta los 20 años y la realización de ejercicio físico aeróbico, como criterio de exclusión únicamente se tomó en cuenta la presencia de comorbilidades y

afecciones que pudieran alterar el rendimiento deportivo de la población en estudio.

Tabla 1. Factores modificadores considerados por los estudios

Autor (año)	Sexo	Nivel de entrenamiento	Composición corporal	Condiciones ambientales
Nikolai Bauer, et al. (2022)	No	No	Sí	No
Pinazzo Rodríguez, J. R. (2024)	No	Sí	No	No
Mancilla Carrasco, et al. (2022)	Sí	Sí	No	No
Florian A. et al. (2018)	Sí	Sí	No	No
Romanzini M. (2011)	Sí	No	Sí	No

Como se puede observar en la tabla 1, los 5 estudios que se consideraron para esta revisión de paraguas presentan limitaciones con respecto a la confiabilidad de los resultados obtenidos, debido a que no toman en cuenta algunas de las variables que podrían influir en la adquisición de datos, de tal manera que 2 trabajos no establecen diferencias entre el sexo, también otros 2 trabajos no consideraron el nivel de entrenamiento para complementar la explicación de la respuesta del lactato, solo 2 consideraron la composición corporal para explicar el fenómeno y ninguno tuvo en cuenta las condiciones ambientales.

Tabla 2. Plantilla para la extracción de datos en la selección de los estudios

Nº	Autores, año, título	Objetivo del estudio	Entorno del estudio, detalles de los participantes	Método incluido, diseño del estudio	Resultados	Fortalezas y limitaciones
1.	Nikolai Bauer, et al. (2022). Effects of high intensity interval training in school on the physical performance and health of	Evaluación del impacto del HIIT realizado en la escuela.	Se incluyeron once estudios con un total de 707 participantes entre 5 a 18 años que	revisión sistemática con metaanálisis con una búsqueda en las bases de datos	En comparación con las intervenciones de control, el HIIT intra-PE mejoró significativamente el rendimiento	El estudio refleja una aplicabilidad escolar por los bajos costes; sin embargo, no evalúa rasgos fisiológicos como la lactatemia.

	children and adolescents: a systematic review with meta-analysis.		realizaron HIIT intra-educación física y 388 participantes que realizaron HIIT fuera del horario de educación física.	PubMed y SPORT.	neuromuscular y anaeróbico.	
2.	Florian A. et al. (2018). High-Intensity Interval Training Performed by Young Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis	Evaluar la investigación original sobre la mejora de la resistencia y el rendimiento del ejercicio anaeróbico en atletas jóvenes y adolescentes que realizan	Se tomaron en cuenta 577 atletas con una edad de menor a 18 años.	Los artículos se recuperaron en las bases de datos PubMed y SPORTDiscus.	El HIIT afectó de forma significativa y positiva la velocidad de carrera y el consumo de oxígeno en diversos umbrales ventilatorios de lactato, así como el rendimiento en carreras de velocidad.	Se destaca su diseño como revisión sistemática y metaanálisis, además de un enfoque específico a atletas menores de 18 años, sin embargo, muchos estudios incluidos carecen de control sobre factores externos como la dieta o el descanso.
3.	Pinazzo Rodriguez, J. R. (2024). EL LACTATO EN SANGRE EN DEPORTISTAS JÓVENES Y ADULTOS QUE REALIZAN DEPORTES CÍCLICOS.	Análisis de lactato en sangre para la evaluación de deportistas con algún entrenamiento previo	Deportistas jóvenes y adultos; practicantes de algún deporte.	El artículo contiene un enfoque cualitativo.	El lactato en sangre evalúa la función tanto mitocondrial como oxidativa, respecto a la respuesta metabólica al ejercicio, por lo que su importancia radica en la mejora de entrenamientos.	Recopila aspectos puntuales y específicos referentes al lactato y explica su aplicación e importancia en el ámbito deportivo. Sin embargo, el estudio carece de datos cuantitativos, entre otras variables de relevancia.
4.	Mancilla Carrasco, et al. (2022). Efectividad del	Analizar y comparar la efectividad del umbral	Atletas jóvenes entre 13 y 18 años	Se realizó la búsqueda en	La utilización del umbral anaeróbico se puede	Se toman en cuenta tanto estudios de campo como de

	umbral anaeróbico en los diferentes métodos de entrenamiento y en el rendimiento deportivo en atletas jóvenes de medio fondo y fondo: Una revisión sistemática.	anaeróbico como herramienta en los métodos de entrenamiento.		Dialnet, Ebscohost, PubMed y Scielo. Criterios de elegibilidad establecidos en base al acrónimo PICO.	considerar como punto de referencia para establecer intensidades en el entrenamiento y mejoras en el rendimiento.	laboratorio, permitiendo una visión más completa del tema. No obstante, sólo 6 artículos fueron finalmente incluidos, lo que limita la generalización de los hallazgos.
5.	Romanzini M. (2011). Umbrales del acelerómetro para estimar la intensidad de la actividad física en niños y adolescentes: una revisión sistemática.	Evaluación de los umbrales establecidos en acelerómetros para diferenciar los niveles de intensidad en actividad física de niños y adolescentes.	La población objetivo fueron niños y adolescentes entre 12-18 años, sanos.	19 estudios con sistemáticas en entorno documental, se consultaron bases de datos como PubMed, Scopus, Sportdiscus y Web of Science.	La validez de los umbrales de acelerómetro fue buena a moderada en la fase de calibración y su generalización fue aceptable al aplicarse en muestras distintas.	La revisión cuenta con bases de datos reconocidas, claridad de criterios de inclusión, dispositivos como ActiGraph, RT3, Actica. Sin embargo, existe un número limitado de estudios, con rangos de sensibilidad y especificidad amplios.

Discusión

La presente revisión de paraguas proporciona una descripción general sobre la cinética del lactato ante el ejercicio aeróbico en niños y jóvenes. Los estudios sistemáticos y metaanálisis incluidos revelan puntos consistentes entre sí con relación a la dinámica del lactato entre estos dos grupos poblacionales, principalmente por la demostración de patrones fisiológicos existentes en cada uno de ellos.

En términos generales, la literatura coincide con que los niños y jóvenes acumulan menos lactato en sangre durante el ejercicio que los adultos («Endurance Training and Elite Young Athletes», 2011). Asimismo, la información

demuestra que la población pediátrica supera a la juvenil en cuanto a su capacidad para movilizar lactato y por lo tanto evitar su acumulación (Pinazzo Rodríguez, 2024). Esta característica puede ser explicada por diferentes factores, siendo la edad uno de los más importantes, pues esto deja en claro que el estado de desarrollo de un niño favorece una mayor capacidad oxidativa y actividad mitocondrial (Zajac, 2024). Si bien los mecanismos fisiológicos que pudieran relacionarse de manera específica con este fenómeno no han sido descubiertos en su totalidad, puede correlacionarse con una mejor acción catalítica de enzimas que participan en la glucólisis, en particular con una mayor actividad enzimática de piruvato deshidrogenasa (PDH), favoreciendo la conversión de piruvato en acetil-CoA, facilitando su entrada en el ciclo de Krebs, produciendo así simultáneamente la disminución de lactato deshidrogenasa (LDH), generando así la reducción de lactato durante el ejercicio. Esta adaptación crea un incremento de la fosforilación oxidativa mitocondrial, lo que refleja una mayor capacidad para generar ATP en el metabolismo anaeróbico (Riddell, 2008). Adicionalmente se ha demostrado que este metabolito en aproximadamente un 25%, se convierte en fuente energética alternativa de la glucosa por gluconeogénesis en hígado y riñones especialmente durante el ejercicio aeróbico en estados de hipoglucemia (Hall et al., 2016).

Además, la dependencia de lípidos como fuente de energía, una menor cantidad de masa muscular y un total relativo de agua mayor al de la población adulta, favorecen a una mayor dependencia del metabolismo aeróbico, una pronta recuperación después del esfuerzo y menor fatiga (Birat et al., 2018).

Un hallazgo importante sobre la concentración de lactato durante el ejercicio es que inicialmente se observan cambios mínimos, pero a medida de su incremento, se alcanza un punto de inflexión donde la acumulación aumenta rápidamente («Endurance Training and Elite Young Athletes», 2011). Durante el esfuerzo físico progresivo, el perfil de este metabolito suele aumentar; estos cambios son poco relevantes durante los primeros minutos de la actividad debido a que se está produciendo y removiendo a una tasa similar. Esto quiere decir que

se encuentra en un estado de equilibrio, ya que su concentración se mantiene constante, pero no significa que no se esté produciendo (Pinazzo Rodríguez, 2024). Una vez que la generación de lactato excede en cantidad a los mecanismos que se encargan de su remoción, este comienza a acumularse en sangre y a este punto se le denomina umbral de lactato (Mocellin et al., 1991). Así mismo el umbral de lactato, se ha convertido en una herramienta clave para la predicción en el rendimiento aeróbico, útil para el alcance de mejores resultados en el rendimiento, en donde su uso recae en la evaluación de la actividad física, monitoreo del progreso del entrenamiento y la creación de diseños en programas según la intensidad óptima (Hall et al., 2016).

A pesar de que la población adolescente presenta ventajas fisiológicas en comparación con la población adulta como una mayor eficiencia cardiovascular y recuperación post ejercicio; los infantes poseen una capacidad aún mayor de adaptación ante el ejercicio aeróbico debido a una menor producción de lactato, lo cual nos permite mantener intensidades submáximas por periodos prolongados antes de alcanzar el umbral anaeróbico, por lo tanto la literatura nos marca que si el entrenamiento se inicia desde una corta edad, los resultados en adolescencia y adultez serán mejores en cuanto a rendimiento, adaptación fisiológica y una mejor adaptación bioquímica como la mejora de la eficiencia mitocondrial (Birat et al., 2018). Actualmente el test de Andersen ha sido considerado un instrumento simple, eficaz y reproducible debido a la forma práctica y económica para la evaluación física cardiorrespiratoria, tanto en niños como en adolescentes debido a su correlación con el VO₂max medido directamente en cinta ergométrica (Engel et al., 2018). A pesar de que se considera una prueba orientada a la evaluación del VO₂max, su aplicación para la medición del lactato en sangre puede ser de gran utilidad debido a su carácter intermitente y la fácil realización de la prueba, permitiendo la toma de muestras en momentos oportunos, conforme a tiempos establecidos.

Con respecto al papel del lactato en la respuesta adaptativa al ejercicio y la fatiga muscular, la acumulación de este metabolito y de iones hidrógeno pueden representar un marcador muy útil de la intensidad y adaptación al entrenamiento (PubliCE, 2024). La acidosis metabólica ha sido considerada una posible consecuencia generada durante el ejercicio intenso que podría afectar el rendimiento deportivo debido a la fatiga muscular (Robergs et al., 2004). El papel del lactato en este fenómeno ha sido de gran relevancia, e inclusive se había considerado como el principal causante (Robergs et al., 2004). No obstante, de acuerdo a una variedad de trabajos, la acidosis y el lactato no son la principal causa de fatiga muscular. Incluso, algunos efectos del incremento del lactato y la acidosis durante el ejercicio probablemente pueden ser beneficiosos por medio de ya sea efectos sistémicos o directos sobre el músculo (PubliCE, 2024). Este fenómeno puede explicarse porque la producción de lactato funge como un amortiguador, consumiendo protones, resultantes de la hidrólisis de ATP y así retrasando la acidosis (Robergs et al., 2004).

Esta revisión de paraguas tiene diversas limitaciones. En primer lugar, este tipo de revisiones evalúa estudios cuya calidad metodológica puede verse afectada principalmente por las condiciones que implican una correcta aplicación de técnicas para el análisis y recolección de datos, así como la calidad de los instrumentos de medición. Por otro lado, existen factores determinantes que han sido poco abordado en múltiples revisiones sistemáticas y que pueden afectar de manera significativa la actividad metabólica de los participantes, tales como el sexo biológico, el nivel de entrenamiento, la composición corporal y las condiciones ambientales.

Conclusiones

La evidencia analizada en esta revisión de paraguas demuestra que las concentraciones de lactato a lo largo del ejercicio se ven modificadas de manera fisiológicamente normal en todos los individuos, siendo la integridad y eficiencia del metabolismo oxidativo el principal mecanismo involucrado en las variaciones a dicha respuesta entre los dos grupos comparados. De la misma forma, se puede

concluir que los niños tienen una mayor velocidad de remoción y aprovechamiento del lactato como fuente de energía durante el esfuerzo aeróbico, llegando incluso a ser comparable con el metabolismo de algunos atletas adultos, según distintos autores.

Con el objetivo de que los niños puedan seguir manteniendo un buen rendimiento en la realización de ejercicios aeróbicos es recomendable considerar el entrenamiento con ejercicios anaeróbicos, además de la práctica de una buena técnica en el momento de ejecutar diferentes ejercicios físicos para mejorar su eficiencia mecánica, en cuestión de la población infanto juvenil es recomendable fortificar y mejorar el ejercicio aeróbico para así mantener en su mayor medida su rendimiento para evitar la mayor y rápida fatiga que padece la población adulta.

Conflicto de Intereses

Los autores declaran no presentar ningún tipo de conflicto de intereses

Referencias Bibliográficas

- Bertuzzi, R. C. D. M., Lima-Silva, A., Abad, C. C. C., & Pires, F. D. O. (2011). Metabolismo do lactato: Uma revisão sobre a bioenergética e a fadiga muscular. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 11(2). <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2009v11n2p226>
- Birat, A., Bourdier, P., Piponnier, E., Blazevich, A. J., Maciejewski, H., Duché, P., & Ratel, S. (2018). Metabolic and Fatigue Profiles Are Comparable Between Prepubertal Children and Well-Trained Adult Endurance Athletes. *Frontiers in Physiology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00387>
- Brooks, G. A. (2020). Lactate as a fulcrum of metabolism. *Redox Biology*, 35, 101454. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101454>
- Endurance Training and Elite Young Athletes. (2011). En N. Armstrong & A. R. Barker, *Medicine and Sport Science* (pp. 59-83). S. Karger AG. <https://doi.org/10.1159/000320633>
- Engel, F. A., Ackermann, A., Chtourou, H., & Sperlich, B. (2018). High-Intensity Interval Training Performed by Young Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01012>
- Gunay, E., Coksevim, B., & Bediz, C. S. (2018). *Effects of Aerobic Training on Biomechanical and Lactate Responses in Sprint Swimming Performance in*

- Hall, M. M., Rajasekaran, S., Thomsen, T. W., & Peterson, A. R. (2016). Lactate: Friend or Foe. *PM&R*, 8(3S). <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2015.10.018>
- Jones, C., & Hammig, B. (2012). Epidemiology of exercise-related injuries among children. *Health*, 04(09), 625-628. <https://doi.org/10.4236/health.2012.49098>
- Lehninger, A. L., Nelson, D. L., & Cox, M. M. (2009). *Principios de bioquímica* (5{487} ed). Omega.
- Liu, Y., Wadey, C. A., Barker, A. R., & Williams, C. A. (2024). Process evaluation of school-based high-intensity interval training interventions for children and adolescents: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Public Health*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-024-17786-6>
- Machado, F. A., Guglielmo, L. G. A., Greco, C. C., & Denadai, B. S. (2006). *Slow component of VO2 in children during running exercise performed at heavy intensity domain: Analysis with different mathematical models*.
- Mocellin, R., Heusgen, M., & Gildein, H. P. (1991). Anaerobic threshold and maximal steady-state blood lactate in prepubertal boys. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 62(1), 56-60. <https://doi.org/10.1007/bf00635635>
- Nikitakis, I. S., Paradisis, G. P., Bogdanis, G. C., & Toubekis, A. G. (2019). Physiological Responses of Continuous and Intermittent Swimming at Critical Speed and Maximum Lactate Steady State in Children and Adolescent Swimmers. *Sports*, 7(1), 25. <https://doi.org/10.3390/sports7010025>
- Pinazzo Rodríguez, J. R. (2024). EL LACTATO EN SANGRE EN DEPORTISTAS JÓVENES Y ADULTOS QUE REALIZAN DEPORTES CÍCLICOS. *Revista Científica Multidimensional Magna Sapientia*, 2(1), 34-42. <https://doi.org/10.62308/e6yhjk65>
- Poon, E. T.-C., Sum, W. M.-K., Lubans, D., Wong, S. H.-S., & Ho, R. S.-T. (2024). High-intensity interval training for improving cardiometabolic health in children and adolescents: An umbrella review of systematic reviews. *Journal of Sports Sciences*, 42(23), 2199-2215. <https://doi.org/10.1080/02640414.2024.2425910>
- Riddell, M. C. (2008). The endocrine response and substrate utilization during exercise in children and adolescents. *Journal of Applied Physiology*, 105(2), 725-733. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00031.2008>
- Robergs, R. A., Ghiasvand, F., & Parker, D. (2004). Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *American Journal of Physiology-Regulatory*,

- Integrative and Comparative Physiology*, 287(3), R502-R516.
<https://doi.org/10.1152/ajpregu.00114.2004>
- Swanwick, E. (2018). Development of an Applied Model of Metabolic Energy Delivery from 3 Mechanisms. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 5(4). <https://doi.org/10.26717/bjstr.2018.05.001223>
- Villa Jiménez, I., Aguilar Cordero, M. J., Guisado Barrilao, R., Naranjo Orellana, J., & Guerrero Almeida, L. (2016). Ventilación y lactato sanguíneo en niños durante una prueba máxima incremental en cicloergómetro. *Nutrición Hospitalaria*, 33(2). <https://doi.org/10.20960/nh.132>
- Westerblad, H., & Allen, D. G. (2002). *Fatiga Muscular: ¿La Causa Principal es el Ácido Láctico o los Fosfatos Inorgánicos?*
- Zajac, B. (2024). Analysis of Course of Changes in Blood Lactate Concentration in Response to Graded Exercise Test and Modified Wingate Test in Adolescent Road Cyclists. *Journal of Clinical Medicine*, 13(2), 535. <https://doi.org/10.3390/jcm13020535>