

EL LACTATO EN SANGRE EN DEPORTISTAS JÓVENES Y ADULTOS QUE REALIZAN DEPORTES CÍCLICOS

BLOOD LACTATE IN YOUNG AND ADULT ATHLETES
WHO PERFORM CYCLIC SPORTS

Jorge Ricardo Pinazzo Rodríguez
Moon International University (MIU).
United States of America. USA.
vigilia42@gmail.com

RESUMEN

Este artículo tuvo como propósito analizar la evidencia científica en la determinación del lactato en sangre en deportistas jóvenes y adultos que realizan deportes cíclicos como método para optimizar la evaluación del entrenamiento y mejora de la performance. Se profundizó en las temáticas Significancia cognitiva del lactato en los seres humanos, Estructura, función y adaptación a las cargas de ejercicio y de entrenamiento en el Músculo Esquelético: Sistema Oxidativo, Estructura, función y adaptación a las cargas de ejercicio y de entrenamiento en el Músculo Esquelético: Sistema ATP-Fosfocreatina o Fosfágeno y Deportes cíclicos y determinación del lactato como método de evaluación. En lo metodológico y desde una postura epistemológica, asumió el enfoque cualitativo-documental, de tipo descriptivo, su postura ontológica (la realidad), conduce a estudiar el lactato en sangre en deportistas jóvenes y adultos que realizan deportes cíclicos. Es una investigación secundaria-documental, ya que se encarga de seleccionar información de fuentes primarias y secundarias (libros, revistas científicas, reportes científicos), lo cual representó las unidades de análisis, usando un filtro epistemológico de interpretación del texto, para la interpretación. Para ello, se describió la información a través de un proceso de metasíntesis, lo que permitió integrar los hallazgos de investigaciones previas, con el fin de lograr una nueva interpretación que explica el fenómeno con un nivel mayor de evidencia científica. Como método se asumió la Hermenéutica, para describir el significado de toda expresión, plasmada en los textos de los documentos. Entre las conclusiones se destaca que la determinación del lactato en sangre es una forma efectiva de evaluar la función mitocondrial y la respuesta metabólica al ejercicio en los deportes cíclicos, de allí la importancia de la calidad de los procesos de entrenamiento, para la construcción de aquellas cualidades que son fundamentales para el rendimiento en estos deportes.

Palabras claves: EL lactato en sangre, deportistas jóvenes y adultos, deportes cíclicos.

ABSTRACT

The purpose of this article was to analyze the scientific evidence in the determination of blood lactate in young and adult athletes who perform cyclical sports as a method to optimize the evaluation of training and improvement of performance. The topics Cognitive significance of lactate in humans, Structure, function and adaptation to exercise and training loads in Skeletal Muscle: Oxidative System, Structure, function and adaptation to exercise and training loads in Skeletal Muscle were deepened: ATP-Phosphocreatine or Phosphagen System and Cyclic sports and lactate determination as an evaluation method. En lo metodológico y desde una postura epistemológica, asumió el enfoque cualitativo-documental, de tipo descriptivo, su postura ontológica (la naturaleza de la realidad), conduce a estudiar el lactato en sangre en deportistas jóvenes y adultos que realizan deportes cíclicos. It is a secondary-documentary research, since it is responsible for selecting information from primary and secondary sources (books, scientific journals, scientific reports), which represented the units of analysis, using an epistemological filter of interpretation of the text, for interpretation. To this end, the information was described through a process of metasynthesis, which allowed the integration of the findings of previous research, in order to achieve a new interpretation that explains the phenomenon with a higher level of scientific evidence. Hermeneutics was used as a method to describe the meaning of every expression embodied in the texts of the documents. Among the conclusions, it is highlighted that the determination of blood lactate is an effective way to evaluate mitochondrial function and metabolic response to exercise in cyclical sports, hence the importance of the quality of training processes, for the construction of those qualities that are fundamental for performance in these sports.

Keywords: Blood lactate, young and adult athletes, cyclical sports.



INTRODUCCIÓN

En todos los países con potencial deportivo y donde los deportes cíclicos, como el atletismo, el ciclismo y la natación han crecido es su práctica, los profesionales vinculados a la actividad física y el deporte deben adquirir el conocimiento científico adecuado y actualizado para brindar al atleta el mejor asesoramiento en relación a su disciplina deportiva.

El entrenamiento de los deportes cíclicos implica la manipulación de la intensidad, duración y frecuencia del entrenamiento, en relación con los objetivos propuestos y la situación del deportista de forma de evitar la fatiga. En este aspecto Fernández.; Romero; Merino; et al (2019, p.525) destaca "Para programar las cargas de entrenamiento se plantea establecer zonas basadas en los umbrales de lactato y su relación con MSLL ya se encuentra cercano a los 4.0 mMol/litro, estableciendo ejercicios intervalados intensos por encima de este valor"

El papel del lactato en la fisiología del ejercicio es un elemento vital como sustrato de energía, porque proporciona funciones clave en el metabolismo energético y en la señalización celular durante el ejercicio y no se limita a las condiciones anaeróbicas. Si bien el umbral de lactato puede ser una herramienta útil para evaluar a los atletas, ya sea para predecir el rendimiento o para la mejora en el control de las cargas de ejercicio, la fidelidad de las técnicas tradicionales de medición del umbral de lactato puede limitar su aplicabilidad a los atletas.

La evaluación del lactato en sangre, por sí sola es una forma efectiva de evaluar indirectamente la función mitocondrial y el sustrato energético que predomina según la carga de ejercicio, pero también, según el nivel atlético del

deportista, tal como lo plantea San-Millán y Brooks (2017, p. 470) "Cuanto mejor entrenado este el atleta se favorecerá una mejor adaptación y mayor uso de las grasas como combustible, con una mejor economía energética"

Ante las situaciones descritas, en el presente artículo se aspira dar respuesta a la siguiente interrogante

¿Qué importancia tiene la determinación del lactato en sangre como metodología de evaluación del entrenamiento en deportistas jóvenes y adultos que realizan deportes cíclicos? En función de la importancia de las disciplinas deportivas en el siglo XXI, este artículo tiene como propósito analizar la evidencia científica en la determinación del lactato en sangre en deportistas jóvenes y adultos que realizan deportes cíclicos como método para optimizar la evaluación del entrenamiento y mejora de la performance.

-Significancia cognitiva del lactato en los seres humanos.

El lactato es un marcador importante de los procesos metabólicos celulares y

en sepsis se lo ha interpretado como un biomarcador que indica la deficiencia de aporte de oxígeno a los tejidos, sobre la base de que la actividad física es entendida como el movimiento corporal producido por la contracción musculo esquelética que ocasiona un gasto energético sustancial por encima del gasto del metabolismo basal (GMB), que es igual al oxígeno (O₂) consumido por un sujeto en reposo absoluto, este valor según Mazza, Gonzalez, Borges, et al (2011, p.15) "...equivale a una unidad de equivalencia metabólica y refleja el gasto energético requerido por el organismo para mantener sus constantes vitales en situación de reposo".

MET=1,2 Kcal/Kg/hora=VO₂ (consumo de oxígeno) de 3,5ml/Kg/min.

En este aspecto se hace referencia a la actividad física no estructurada a la que incluye la actividad física de la vida diaria. El ejercicio físico se refiere a la actividad física estructurada donde se establece un programa o plan, en este caso se suman una serie de ejercicios con determinado gesto mecánico, determinada prestación técnica y determinada secuencia, en la búsqueda de desarrollar un

modelo de expresión corporal que genere un estrés sobre el cuerpo humano.

El deporte participativo o recreacional son todas las actividades cuyo objetivo es ofrecer a sus practicantes la oportunidad de realizar alguna

actividad deportiva enmarcada dentro de ciertos reglamentos y normas, que puede o no perseguir un fin competitivo, con el objetivo fundamental que se motive a practicar y mantener un deporte. Al respecto Mazza; Gonzalez; Borges; et al (2011, p.16) indica "Cuando se exige del atleta un alto nivel de trabajo y desarrollo de sus capacidades morfológicas, fisiológicas, bioquímicas y psicológicas y lo que se busca es lograr resultados, marcas, tiempos y victorias, se denomina deporte de alto rendimiento".

Se destaca que el deporte tuvo sus inicios hace 122 años, cuando se realizaron los primeros Juegos Olímpicos modernos en Atenas (Grecia) y desde ese momento se entendió que el ejercicio y el entrenamiento son factores primordiales de valor positivo, para la adaptación biológica y que se limita con la fatiga, el sobreentrenamiento y las lesiones que son los factores negativos, los que además de no permitir la adaptación pueden provocar el abandono de los deportistas.

Los procesos de adaptación biológica generan adaptaciones biomecánicas, técnicas, cambios actitudinales y psico-emocionales, por ello el objetivo primordial del médico, técnico y preparador físico, debe ser lograr la adaptación física y aumentar la performance, lo cual requiere la formación continua y adquisición de la mejor evidencia científica, en el entendido de que la ciencia pero sobre todo la bioquímica del ejercicio ha brindado un increíble aporte en el análisis del metabolismo y de los nutrientes ante diferentes cargas de esfuerzo tales como la actividad física general, el entrenamiento y la competencia deportiva, en todas sus disciplinas.

Se destaca en este contexto, que la célula como unidad anatómica funcional de todos los organismos vivos, incluido los seres humanos, está formada por citoplasma, uno o más núcleos y una membrana que la rodea, es una unidad fisiológica y morfológica de todo ser vivo, donde ocurren todas las funciones vitales.

Todas las estructuras celulares fueron adquiriendo durante el proceso evolutivo organelos como las mitocondrias, que son los orgánulos celulares que generan la mayor parte de la energía química necesaria para activar las reacciones del organismo

y brindar la energía para la construcción de tejidos y síntesis de estructuras bioquímicas, enzimáticas, coenzimáticas y hormonales. Observese en la figura 1, la estructura de la célula.

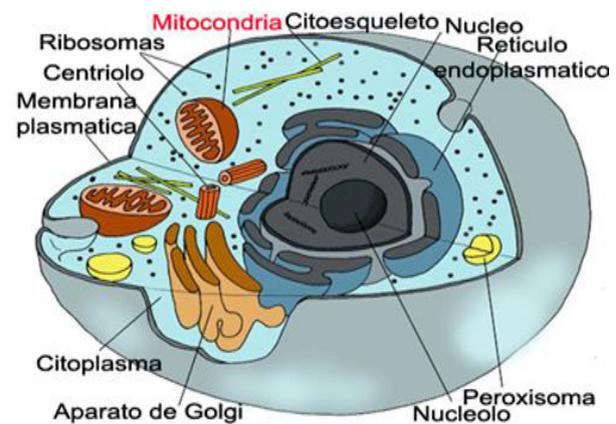


Figura 1: Estructura de la célula

Nota: Tomado de Acercaciencia.com.2020.

En la figura se ven las mitocondrias que son sofisticadas estructuras donde se lleva a cabo el proceso de respiración celular y las reacciones para convertir la energía química en Adenosin Tri-Fosfatos (ATP), que es una molécula que consta de una purina (adenina), un azúcar (ribosa) y tres grupos fosfato que junto con la fosfocreatina (PC), son degradados durante la contracción muscular. Según Hawley; Hargreaves; et al., (2014, p. 741) "La resíntesis de la PC depende del suministro de energía de los procesos oxidativos"

En el músculo esquelético es donde se reproduce la energía química en Adenosin Tri-Fosfatos (ATP), ya que es el protagonista principal del movimiento humano, y es clave durante el ejercicio, el entrenamiento y las actividades deportivas, ya que en sus estructuras miofibrilares internas, es donde produce la adaptación o la fatiga. En este aspecto plantea Brooks (2012, p. 539) "Las demandas de energía que requiere la contracción muscular, es provista por los tres sistemas metabólicos que el músculo esquelético tiene desarrollado en el interior de sus fibras musculares", los tres (3) sistemas proveen energía metabólica en forma continua y combinada, los mismos se pueden visualizar en el cuadro 1.

Cuadro 1

Sistemas de energía de la contracción muscular.

SISTEMAS DE ENERGÍA	DESCRIPCIÓN
ATP- Fosfocreatina	Anteriormente definido como Sistema anaeróbico alactácido
Glucolítico no oxidativo	Anteriormente definido como Sistema anaeróbico lactácido
Aeróbico	Anteriormente definido como Glucolítico oxidativo

Fuente: Tomado de Brooks (2012)

El término "Continuum Energético", se definió por intermedio del análisis de gases y concentraciones de lactato como marcador importante de los procesos metabólicos celulares durante el esfuerzo, para estimar el aporte energético de los sistemas metabólicos intra y extra mitocondriales. En este concepto se plantea la relación entre los tres sistemas energéticos en referencia al tiempo y al rendimiento de la potencia de cada sistema y según Fox (1979, p. 20) "...de esta forma se le definió a cada sistema un predominio durante una actividad en particular".

Sin embargo, la mala interpretación de los conceptos que se presentan ha llevado a la idea errónea de que los sistemas de energía operan, discrecionalmente o secuencialmente, en diferentes períodos de tiempo y las investigaciones en esta materia encontraron que existe una interacción entre los sistemas energéticos y su contribución relativa durante el esfuerzo físico, en virtud de que la intensidad del ejercicio en conjunto con su duración y el modelo de reclutamiento de fibras, son los factores que más inciden en esta interacción.

De estas evidencias, el principio de predominio energético sumado al concepto de especificidad metabólica son las piedras angulares para poder entender que volumen (duración de la carga de ejercicio), intensidad de la carga y qué relación trabajo-pausa (densidad del estímulo) debe respetarse. En torno a lo anterior Wilmore y Costill (1995, p. 18) describen "Los tiempos de carga y pausas de recuperación son jerárquicos para generar la adaptación metabólica de un sistema, y evitar estados de fatiga y sobreentrenamiento".

Sin embargo, la mala interpretación de los conceptos que se presentan ha llevado a la idea errónea de que los sistemas de energía operan, discrecionalmente o secuencialmente, en diferentes períodos de tiempo.

Cabe considerar por otra parte, que una cantidad del lactato producido sale de la célula muscular y circula mediante el torrente sanguíneo hasta el hígado, dónde se vuelve a transformar en glucosa por intermedio de la gluconeogénesis. Otra gran parte del lactato es captado por otros músculos a distancia, reconvertido a piruvato y oxidado a acetil CoA. En general, el lactato es movilizado por transporte entre tejidos y se constituye en un medio para la movilización y distribución de una fuente de energía potencial. Asimismo, la utilización del lactato provee una fuente para mantener la homeostasis de la glucosa sanguínea y un efecto alcalinizante sobre el estado ácido-base.

El proceso de remoción de lactato, reconversión y posterior oxidación, también se produce en el espacio intermembranario de la mitocondria, enfatizando con esto, el valor de la hiperplasia y la hipertrofia mitocondrial.

Estructura, función y adaptación a las cargas de ejercicio y de entrenamiento en el Músculo Esquelético:
Sistema Oxidativo

Los procesos oxidativos funcionan dentro de las mitocondrias, ya sea a partir de la conversión del piruvato en acetil coenzima A (Acetil CoA), producto de la degradación glucolítica, o por la oxidación de ácidos grasos

Libres (AGL), cuando la Acil CoA, por beta-oxidación se degrada a Acetil CoA. Según San-Millán y Brooks (2017, p. 470) "El incremento del consumo de oxígeno (VO₂) y el aumento de la capacidad aeróbica, genera una mayor tasa de oxidación de las grasas, a niveles submáximos y máximos de intensidad".

Lo planteado por San-Millán y Brooks se debe a los siguientes factores: 1)- Aumento de la biogénesis mitocondrial, 2)-Aumento de la capacidad de los procesos de fosforilación oxidativa, 3)-Aumento en la capilarización de los músculos, 4)-Aumento en la liberación de AGL y transferencia a través de la membrana mitocondrial, 5)-Aumento de la concentración de Acil-Carnitin- Transferasa y mejor proceso de la Beta-Oxidación y 6)-Aumento de las proteínas plasmáticas transportadoras de AGL.

Estructura, función y adaptación a las cargas de ejercicio y de entrenamiento en el Músculo Esquelético: Sistema ATP-Fosfocreatina o Fosfágeno

El sistema ATP-Fosfocreatina (ATP-PC) es la base energética de los esfuerzos intensos y breves, particularmente relacionados con cargas de velocidad y potencia, tal como lo describe Wilmore y Costill (2010, p. 132) "Es el más sencillo de los sistemas energéticos y de rápida metabolización, constituido por reacciones bioquímicas unidireccionales.

1)-ATP + H₂O → ATP-asa → ADP + Pi + H⁺ = Energía para actividad contráctil del músculo.

2)-Resíntesis de ATP: ADP + PC → Creatin-Phospho-Kinasa (CPK) → ATP + Creatina libre.

3)-Resíntesis de PC: Creatina libre + ATP (provenientes del sistema oxidativo) = PC + ADP.

Con referencia a la PC, la curva de resíntesis es de carácter exponencial decreciente y está compuesta por una fase rápida que se cumple en los primeros 30 segundos a 1 minuto de la pausa y una fase lenta que se completa ente 1 y 3 minutos. Estas tasas de velocidad de vaciamiento, resíntesis y supercompensación, tiene una importante influencia sobre la duración de los esfuerzos intensos y la elección y diseño de las micropausas entre las repeticiones y las macropausas entre las series. Debe destacarse que la resíntesis y supercompensación del sistema depende mayoritariamente del aporte de ATP del sistema aeróbico y de la remoción y oxidación del lactato durante las pausas.

Deportes cíclicos y determinación del lactato como método de evaluación

El lactato es un producto intermediario de la glucólisis y predominantemente, un combustible oxidativo mitocondrial, ya que según Brooks (1985, p. 25) "... se determinó que más del 90 % del lactato producido se remueve y se reconvierte a piruvato, porque la reacción es reversible". Tomando en cuenta esta evidencia de la dinámica del lactato se describen los procesos en el siguiente cuadro 2.

Cuadro 2

Elementos intervinientes en la dinámica del lactato.

PROCESOS	DESCRIPCIÓN
PRODUCCIÓN	Tasa de aparición de lactato en sangre o célula muscular (Ra).
REMOCIÓN	Tasa de desaparición de lactato en sangre o célula muscular (Rd).
ESTADO DE EQUILIBRIO DEL LACTATO	Niveles similares de producción y remoción de lactato o Lactate Steady-State (La SS). Equilibrio entre los niveles de producción vs. remoción (Ra = Rd).
POTENCIA DE PRODUCCIÓN-REMOCIÓN	Define la reacción reversible de lactato - piruvato, en relación al tiempo, Lactate Turn-Over (Rt), en uMol/Kg./min.
POTENCIA DE OXIDACIÓN	Cantidad o tasa de lactato, proveniente de la reconversión lactato-piruvato, que se oxida en el Ciclo de Krebs, lactate Oxidated (ROx), uMol/Kg./min.

Fuente: Tomado de Brooks (1985) Fuente: Tomado de Brooks (1985)

Cabe considerar por otra parte, que una cantidad del lactato producido sale de la célula muscular y circula a través del torrente sanguíneo hasta el hígado, donde se vuelve a transformar en glucosa por intermedio de la gluconeogénesis. Otra gran parte del lactato es captado por otros músculos a distancia, reconvertido a piruvato y oxidado a acetil CoA. En general, el lactato es movilizado por transporte entre tejidos y se constituye en un medio para la distribución de una fuente de energía potencial, que según Brooks (2018, p. 759) "...su utilización provee una fuente para mantener la homeostasis de la glucosa sanguínea y un efecto alcalinizante sobre el estado ácido-base"

La evaluación del lactato en sangre por sí sola es una forma efectiva de evaluar indirectamente la función mitocondrial y la flexibilidad metabólica en respuesta al ejercicio, ya que según San-Millán y Brooks (2017, p.469) "...el entrenamiento de resistencia aumenta la capacidad de oxidación de las grasas", también permite evaluar metabólicamente la situación de los deportistas ya que cuanto más entrenados estén, tienen una capacidad significativamente mayor para oxidar la grasa en comparación con deportistas menos entrenados. Obsérvese en la figura 2 el umbral de lactato.

Debe señalarse que la cinética del lactato a una carga con velocidad incremental, se comporta de forma exponencial creciente y que el punto de inflexión del

cambio de tendencia de la curva fue denominado Umbral de Lactato o Lactate Threshold (LT). Este punto define a la carga de trabajo que genera un rápido aumento de la concentración de lactato sanguíneo y que indica el límite entre el equilibrio de la producción y la remoción. Por consiguiente, que el lactato no esté elevado no quiere decir que no se produzca, sino que se está produciendo, R_a y removiendo, R_d a una tasa similar, durante varias etapas incrementales de la intensidad.

Además de la utilización del umbral del lactato en la evaluación y en la prescripción de intensidades de cargas de ejercicio, también se ha utilizado como otro valor, como lo es el máximo estado estable de lactato (MLSS). Estos indicadores los definió Beneke (2003, p. 97), de la siguiente manera "... la más alta concentración de lactato en sangre que puede mantenerse en estado estable (incrementos o descensos no mayores a ± 1.0 mMol/lt.), luego de 10 minutos de ejercicio, durante una carga constante prolongada submáxima con una duración de 30 minutos".

A partir de esta nueva definición, comenzaron a ejecutarse estudios tratando de observar el comportamiento de los niveles de lactato sanguíneo y de los estados de equilibrio es decir esfuerzos donde la intensidad se mantenía constante. En tono a ello Brooks (2020, p.438) describe "Esta nueva estrategia

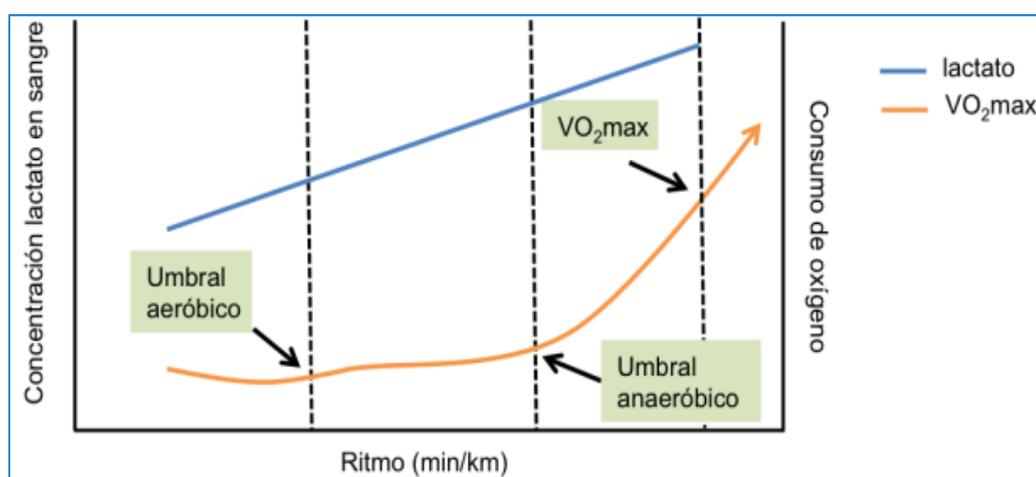


Figura 2: Umbral del lactato

Nota: Infografía tomada de [https://www.gogle.com/?q=Umbral%20de%2020lactato%20\(LT\)&tbm=isch&tbs=rimg](https://www.gogle.com/?q=Umbral%20de%2020lactato%20(LT)&tbm=isch&tbs=rimg)

permitió determinar comportamientos estables del lactato, tipo meseta y se comenzó a definir un importante concepto de estado de equilibrio de lactato o lactate Steady-State (La SS)”. Los estados de equilibrio del lactato se presentan en la figura 3.

En base al estado de equilibrio del lactato se delimita la baja o alta intensidad en relación al valor de lactato, definiendo los ejercicios intervalados intensos por encima de la MLSS (≥ 4 mM lactato de sangre), San-Millán y Brooks (2018, p. 470) en este aspecto indica “...el desentrenamiento puede hacer que el umbral del lactato se desplace hacia la izquierda, ya que se altera la capacidad de resistencia y la utilización del sustrato energético”. Se entiende que un excelente rendimiento durante la actividad deportiva se correlaciona con un alto umbral de lactato y el entrenamiento de resistencia puede mejorar el umbral del lactato, ya que un aumento de la capacidad de transporte de lactato por el músculo y una mayor proporción de fibras musculares tipo 1 en individuos entrenados, puede explicar el por qué se retrasa la acumulación del lactato después del entrenamiento.

También se evaluaron ciclistas entrenados y no entrenados y se vio que en los primeros el Rd fue mejorado de manera importante con el entrenamiento, en lo que respecta con la tasa de depuración metabólica (TMC), permaneció significativamente más alta. En relación a esto, se ha demostrado que el entrenamiento de resistencia, altera la actividad de la

enzima lactato deshidrogenasa (LDH) al modificar la proporción de su isoenzima H-LDH, que favorece más la oxidación del lactato a piruvato que la isoenzima M-LDH.

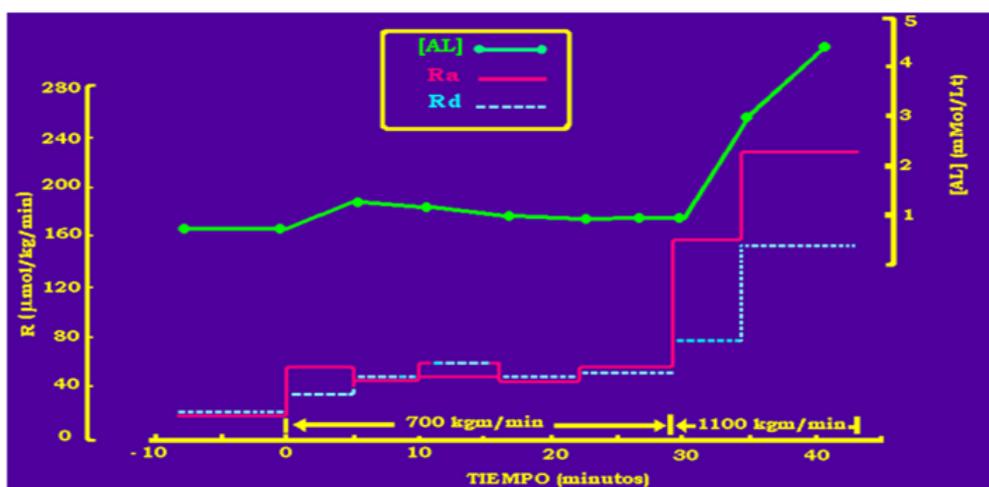
Al hablar del lactatos como método de evaluación en el rendimiento deportivo, Santos-Concejero; Granados; Bidaurrezaga-Letona; Zabala-Lili; Irazusta, et al., (2013, p.70) indican:

(...) debe ser usado con cautela al programar las sesiones de entrenamiento, evaluar la capacidad aeróbica o predecir el rendimiento de la carrera por no tener en cuenta la variabilidad interindividual y podría considerarse como una medida adecuada para evaluar el estado de entrenamiento y la supervisión del rendimiento en atletas de similares habilidades atléticas.

Es de entenderse que un nivel de lactato elevado puede deteriorar la economía de la carrera y la integridad del deportista para los atletas de resistencia, de forma de prevenir el aumento de las concentraciones de lactato durante el arranque o momentos de la carrera de intensidad alta.

Perspectiva metodológica

Desde una postura epistemológica, este artículo asumió el enfoque cualitativo-documental, de tipo descriptivo, ya que se describió la información, buscando el



Legenda: (AL) concentración de lactato. (Ra) producción de lactato. (Rd) remoción de lactato.

Figura 3: Estado de equilibrio o estable del lactato. Fuente: Tomado de Brooks (2020).



conocimiento en relación al fenómeno de estudio. Su postura ontológica (la naturaleza de la realidad), conduce a estudiar el lactato en sangre en deportistas jóvenes y adultos que realizan deportes cíclicos

Según Rodríguez; Gil y García (2010, p.27) "La investigación documental cualitativa es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis e interpretación de datos secundarios, cuyo propósito es el aporte de nuevos conocimientos". Es una investigación secundaria-documental, de revisión de evidencias, ya que se encarga de recopilar y seleccionar información de fuentes primarias y secundarias (libros, revistas científicas, reportes científicos), los cuales representaron las unidades de análisis, usando un filtro epistemológico de interpretación del texto, como vía de interpretación.

De acuerdo a estas consideraciones, este tipo de investigación según Tancara (2014, p.7) es entendida como "...la profundización de una serie de métodos y técnicas de búsqueda, procesamiento y almacenamiento de la información contenida en los documentos y la presentación sistemática, coherente y suficientemente argumentada de nueva información en un documento científico".

En tal sentido, se describió la información a través de un proceso de metasíntesis, lo que permitió integrar los hallazgos de investigaciones previas, con el fin de lograr una nueva interpretación que explica el fenómeno con un nivel mayor de evidencia científica. Según Jensen y Alien (2004, p. 562) "La característica clave de la metasíntesis es la transformación hacia una nueva conceptualización para entender la complejidad del fenómeno de estudio, considerando que el método va más allá del análisis de datos".

La metasíntesis consiste en un complejo ejercicio de interpretación de manera holista, que busca ampliar la relevancia y utilidad de los estudios cualitativos. La comparación constante, la interpretación y la integración son pasos claves en este tipo de investigación, en palabras de Carrillo-González; Gómez-Ramírez y Vargas- Rosero (2012, p.40) "El nivel más alto de complejidad de la investigación secundaria cualitativa es la metasíntesis y se define como la integración y síntesis de hallazgos, realizada a partir de varios meta estudios cualitativos".

Para la interpretación de lo aportado en las fuentes primarias y secundarias, se trabajó con la Hermenéutica, ya que describe el significado conjunto de toda expresión de la vida humana, plasmada en los textos. En palabras de Valles (2009, p.218) "La hermenéutica intenta establecer un proceso por medio del cual se haga inicialmente una interpretación en torno al sentido de cualquier fenómeno y en segunda instancia se realice la comprensión del mismo", para el autor señalado, este método representa la circularidad metodológica que permitió ir dando una interpretación profunda a cada documento, en ellos el interés desarrollado por el investigador es claramente descriptivo, lo cual es congruente con la investigación cualitativa-documental, para estudiar El lactato en sangre en deportistas jóvenes y adultos que realizan deportes cíclicos.

Conclusiones.

El músculo esquelético es el protagonista principal que genera el movimiento humano y es el actor durante el ejercicio, el entrenamiento y las actividades deportivas, ya que en sus estructuras miofibrilares internas, es donde se produce la adaptación o la fatiga, las demandas de energía que requiere el músculo son provista por los tres sistemas metabólicos que el músculo esquelético tiene desarrollado en el interior de sus fibras musculares.

En el ejercicio, el entrenamiento y el deporte hay un factor primordial que es la adaptación biológica, que como consecuencia se generan adaptaciones biomecánicas y técnicas y cambios actitudinales y psico-emocionales, y se previene la fatiga, las lesiones, y el abandono deportivo.

Los estados de equilibrio de lactato son entrenables, por métodos fraccionados, específicos, no incrementales y han demostrado ser la base de los métodos específicos de entrenamiento que producen mejores y más rápidas adaptaciones celulares aeróbicas y no oxidativas, ya que cuanto mejor entrenado el deportista se favorecerá una mejor adaptación y mayor uso de las grasas como combustible, con una mejor economía energética.

La determinación del lactato en sangre es una forma efectiva de evaluar la función mitocondrial y

la respuesta metabólica al ejercicio en los deportes cíclicos, de allí la importancia de la calidad de los procesos de entrenamiento, para la construcción de aquellas cualidades que son fundamentales para el rendimiento en estos deportes.

Referencias

- Beneke, R., (2003). Methodological aspects of maximal lactate steady state- implications for performance testing. *Eur J Appl Physiol*, volumen 89(1), pp. 95-99. [Documento en línea]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.107/s00421-002-0783-1>
- Brooks, G., (1985) Anaerobic Threshold: Review of the Concept and Directions for Future Research. *Med Sci Sports Exerc*, volumen 17(1), pp. 22-34. [Documento en línea]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3884959/>
- Brooks, G., (2012) Bioenergetics of Exercising Humans. Review. *Compendio Physiol*. Volumen 2(1), pp. 537-562. [Documento en línea]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/cphy.c110007>
- Brooks, G., (2018). The Science and Translation of Lactate Shuttle Theory. Review. *Cell Metab*. Volumen 27(4), pp. 757-785. [Documento en línea]. Disponible en: <https://www.cell.com/action/showPdf?pii=S1550-4131%2818%2930186-4>
- Brooks, G., (2020). Lactate as a fulcrum of metabolism. *Redox Biol.*, volumen (35), pp.434-449 101454. [Documento en línea]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213231720300422>
- Carrillo-González, G.M; Gómez-Ramírez, O y Vargas-Rosero, E (2012). *La Metasíntesis: Una Metodología de Investigación*. 4ta edición. Departamento de Cuidado y Práctica de Enfermería, Facultad de Enfermería, Universidad Nacional de Colombia.
- Fernández, E.; Romero, O.; Merino, R. y Alejandro Cañas, A., (2019) Umbral Anaeróbico: problemas conceptuales y aplicaciones prácticas en deportes de resistencia. *Retos*, volumen (36), pp. 521-528. [Documento en línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7260950>
- Fox, E. (1979). Sports Activities and the Energy Continuum. *Sports Physiology* (pp 18-33). Philadelphia (Pensilvania) EE.UU: Saunders College Publishing Co.
- Hawley, J., Hargreaves, M., Joyner, M., Zierath, J. (2014). *Integrative Biology of Exercise Cell*. Volumen (159), pp. 740-743. [Documento en línea]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0092867414013178>
- Jensen, L.A. y Alien, M.N. (2004). *Meta-synthesis of qualitative findings*. Qualitative Health. New York: Aldine de Gruyter.
- Mazza, M., Gonzalez, S., Borges, F., Guardia, F., Schiavone, L., Silva, G., Torres, B., (2011). Aspectos generales relacionados con la medicina y el ejercicio. *Manual para la Prescripción de Ejercicio*. Montevideo. Uruguay: Editorial Dedos.
- Rodríguez, G., Gil, J. y García, J. (2010). *Metodología de la investigación cualitativa*. 4ta edición. Málaga. Editorial Aljibe.
- San-Millán, I. y Brooks, G. (2017) Assessment of Metabolic Flexibility by Means of Measuring Blood Lactate, Fat, and Carbohydrate Oxidation Responses to Exercise in Professional Endurance Athletes and Less-Fit Individuals. *Sports Med*, volumen 48(2), pp. 467-479. [Documento en línea]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs40279-017-0751-x>
- Santos-Concejero, J., Granados, C., Bidaurrezaga-Letona, I., Zabala-Lili, J., Irazusta, J., Gil, S., (2013) Onset of blood lactate accumulation as a predictor of performance in top athletes. *Retos*, volumen (23), pp. 67-69. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3457/345732289013.pdf>
- Tancara, C. (2014). *La investigación documental en la investigación científica*. 4ta edición. La Paz, Centro Nacional de Documentación Científica y Tecnológica.
- Wilmore, J., Costill, D., (1995) *Introducción a la fisiología del esfuerzo y del deporte*. Revista Fisiología del esfuerzo y del deporte (pp. 17-19). Barcelona. España. Editorial Paidotribo.