

# El lactato sanguíneo y su correlación con biomarcadores salivales, como indicadores de la intensidad del ejercicio

## The blood lactate and its correlation with salivary biomarkers as indicators of exercise intensity

Rafael Ignacio Quintero Burgos<sup>1</sup>, Fred Manrique Abril<sup>2</sup>.

1 Estudiante Maestría en *Pedagogía de la Cultura Física*, UPTC, Línea de Investigación: *Entrenamiento Deportivo*. E-mail: [raficoquintero@yahoo.es](mailto:raficoquintero@yahoo.es)

2 PhD Salud Pública. Profesor Titular Universidad Nacional de Colombia. Asociado Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. [Fgma75@hotmail.com](mailto:Fgma75@hotmail.com)

<b>Recibido:</b>	01	06	2011	<b>Revisado:</b>	05	06	2011
<b>Corregido:</b>	07	06	2011	<b>Aceptado:</b>	20	06	2011

**Estilo de referencias:** Vancouver x      APA 6      Harvard      ICONTEC

### RESUMEN:

**Objetivo:** La concentración del ácido láctico en el entrenamiento deportivo ha sido la herramienta más confiable de medición de la intensidad del esfuerzo desde el sistema metabólico. Realizar una revisión teórica de los métodos de medición del ácido láctico para conocer la correlación entre las concentraciones de ácido láctico en sangre y saliva en deportistas, como un punto de partida para proponer un modelo no invasivo de medición del ácido láctico mediante el uso de la saliva.

**Materiales y Métodos:** Este es un estudio de revisión sistemática, apoyado en las bases de datos de consulta universal. Se usó una estrategia de búsqueda en EMBASE®, MEDLINE®, OVID®, PUBMED®, SCOPUS®, SPRINGER® y SCIELO®, mediante el uso de los términos descriptores y operadores booleanos básicos.

**Resultados:** Se recuperaron 1532 artículos de los cuales se seleccionaron con los criterios de inclusión, mediante filtrado once (Santos, Almeida, Caperuto, & Martins) artículos originales, texto completo y que presentan los indicadores de correlación entre lactato sanguíneo y marcadores biológicos en saliva.

**Conclusiones:** El lactato sanguíneo se correlaciona muy bien con lactato salival, concentración de proteínas y amilasa salival, hoy es posible mediante equipos portátiles de forma no invasiva hacer la medición de la concentración de

*lactato, por lo que podrían ser biomarcadores útiles para la dosificación de la intensidad del ejercicio en el entrenamiento deportivo.*

**Palabras Clave:** *Saliva, Proteínas, Sangre, Lactato, Prueba de esfuerzo, Altitud moderada y ciclo ergómetro.*

## **ABSTRAC**

**Objective:** *The concentration of lactic acid sports training has been the most reliable tool for measuring the intensity of effort from the metabolic system. To perform a theoretical review of the methods of measurement of lactic acid to determine the correlation between the concentrations of lactic acid in blood and saliva in athletes, as a starting point to propose a model for noninvasive measurement of lactic acid by using saliva.*

**Materials and Methods:** *This study is a systematic review, supported by data bases universal query. We used a search strategy in EMBASE®, MEDLINE®, Ovid®, PubMed®, Scopus®, Springer® and SCIELO®, through the use of descriptive terms and basic Boolean operators.*

**Results:** *1532 articles were retrieved of which were selected according to inclusion criteria, filtering through eleven (Santos, Almeida, Caperuto & Martins) original articles, full text and indicators showing the correlation between blood lactate and biomarkers in saliva.*

**Conclusions:** *The blood lactate correlates well with lactate salivary protein concentration and salivary amylase is now possible using portable noninvasive way to measure the concentration of lactate, so that might be useful biomarkers for dosing exercise intensity in sports training.*

**Key Words:** *Salivary, protein, blood, lactate, effort test, Moderate Altitude and cycle ergometer.*

## **INTRODUCCIÓN**

Dentro de los métodos más fiables para medir la intensidad del ejercicio por estrés metabólico, se encuentra el umbral de lactato (Mora, 2010). El lactato, también conocido como ácido láctico, es un producto intermedio del metabolismo, especialmente del ciclo de los carbohidratos, y producido principalmente por las células musculares, por barrido láctico es vertido al torrente sanguíneo donde es reciclado y almacenado en hígado como energía.

Si los requerimientos energéticos son bajos, y las células cuentan con una adecuada cantidad de oxígeno, se activa la quema de glucosa en el ciclo de Krebs aportando la energía a partir del piruvato (Silverthorn, 2010); pero si por el contrario los requerimientos energéticos son muy altos (Tékus et al.) se activa el sistema de la glucólisis anaeróbica y en este sentido el ácido pirúvico se convierte en ácido láctico, este además de ser un producto secundario del metabolismo de la glucólisis en ejercicio, puede ser re-sintetizado por el hígado entrando al ciclo de Cori, donde es

transformado en glucógeno y luego en glucosa para reponer los depósitos en sangre y de allí nuevamente servir como combustible (Myers & Ashley, 1997)

En tal sentido conocer el comportamiento y la concentración del ácido láctico en diferentes niveles de estrés físico, resulta de gran importancia para el entrenamiento deportivo, en especial con atletas de alto rendimiento, ya que es el mejor indicador metabólico del esfuerzo (Leminszka, Dieck-Assad, Martinez, & Garza, 2010), que permite conocer la intensidad de trabajo para dosificar la carga de entrenamiento.

Según Mader, se ha considerado en 4mMol/l la concentración de lactato en sangre; este valor, como el punto a partir del cual se dispara la producción del lactato a una velocidad por encima de la posibilidad de metabolización en el organismo, lo que provoca una fatiga muscular y la consecuente disminución de la intensidad del ejercicio. Sin embargo este máximo estado estable o punto a partir del cual hay un aumento de la carga de trabajo, se corresponde con un brusco ascenso en la producción de lactato durante el ejercicio continuo, el cual es diferente para cada individuo. Se han encontrado rangos que varían entre los 3 y 6mMol/l, lo que deja en claro la necesidad de trabajar con valores individuales para cada deportista (Ferich & Delgado, 1996).

Un plan de entrenamiento deportivo, exige un permanente apoyo de la investigación para conocer el comportamiento fisiológico del organismo frente a diferentes estímulos, sobre todo cuando es sometido a elevados niveles de estrés, en este sentido se hace necesario conocer indicadores o parámetros fisiológicos de fácil y continua aplicación, que apoyen los modelos de planeación y organización de la carga de entrenamiento (Raposo, 2005), así como la dosificación de la misma desde los principios biológicos del entrenamiento deportivo (Garcia, Navarro, & Ruiz, 1996).

Si bien es clara la utilidad del lactato como un método de medición invasivo, el cual requiere de personal experimentado y debidamente capacitado en los elementos de asepsia y el manejo adecuado de equipos de laboratorio (Schabmueller et al., 2005), resulta relevante encontrar nuevas técnicas no invasivas que faciliten la valoración y el seguimiento permanente del proceso de entrenamiento respecto a la adaptación fisiológica del deportista.

En la actualidad las ciencias biomédicas centran su atención en desarrollar modelos o dispositivos de uso no invasivo, para la medición o predicción de la concentración del ácido láctico en diferentes niveles de intensidad del ejercicio (Leminszka et al., 2010), esto con el objeto de disminuir costos, facilitar la evaluación y causar la menor agresión posible al deportista.

En este sentido, estudios con alto índice de confiabilidad han demostrado que los biomarcadores en la saliva como sodio y cloro, lactato, amilasa y proteínas totales entre otros, se relacionan directamente con la intensidad del ejercicio y pueden ser utilizados para conocer las concentraciones de lactato en sangre (Chicharro, Pérez, Carvajal, Bandres, & Lucia, 1999; Neves, Sordi, & Reis, 2005; A. Oliveira et al., 2010).

El objetivo de este trabajo se orienta a revisar los métodos de medición de lactato y conocer la correlación que pueda existir entre las concentraciones de ácido láctico en sangre y saliva en deportistas, como un punto de partida para proponer un modelo no invasivo de medición del ácido láctico mediante el uso de la saliva.

## MATERIALES Y MÉTODOS

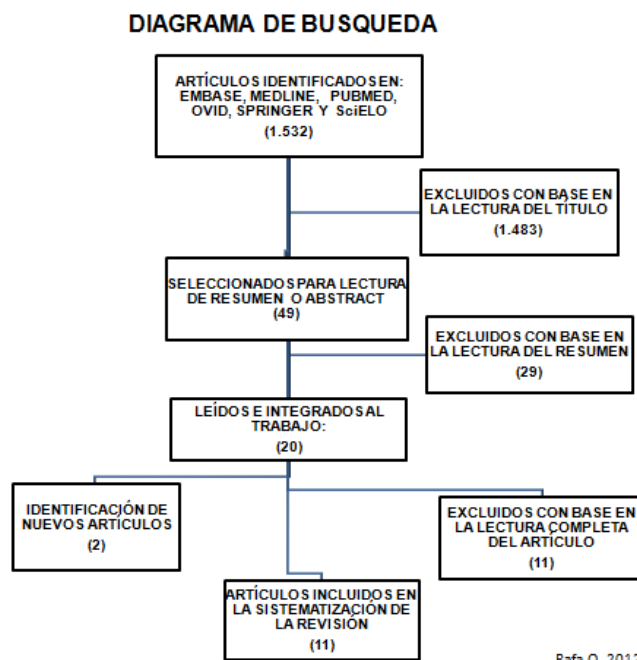
Estudio de revisión sistemática apoyado en base de datos de consulta universal. Se uso una estrategia de búsqueda en EMBASE®, MEDLINE®, OVID®, PUBMED®, SCOPUS®, SPRINGER® Y SCIELO®, con el uso de los términos descriptores y operadores booleanos que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Sobre metodología de búsqueda

BASES DE DATOS ELECTRONICAS	DESCRIPTORES	PALABRAS CLAVES
EMBASE MEDLINE OVID PUBMED SCOPUS SPRINGER SCIELO	<b>Actividad física:</b> Deporte competitivo <b>Deporte:</b> Ciclismo de ruta <b>Biomarcadores:</b> Lactato en sangre y lactato en saliva.	Salivary, protein, blood, lactate, effort test, Moderate Altitude and cycle ergometer
	<b>Prueba de esfuerzo:</b> Test de MacDougal	<b>OPERADORES</b>
	<b>Instrumentos:</b> Cicloergometros Meditronic 400, Lactate scouth, Espectrofotómetro Roche	y, en
	<b>Grupo poblacional:</b> Jóvenes deportistas, categoría Pre juvenil	
	<b>Altitud moderada:</b> 2760 msnm	

El número de recuperaciones de artículos de la búsqueda según la estrategia planteada en la web se sintetizan en el diagrama 1.

Diagrama 1. Recuperaciones de artículos en la web.



## RESULTADOS

De los artículos seleccionados finalmente en la estrategia de búsqueda se encontró que el lactato sanguíneo se correlaciona con diversos marcadores biológicos, entre los que se destacan el lactato salival, las proteínas totales, la amilasa, y algunos microelementos. La prueba estadística más usada fue la correlación de Pearson y su coeficiente de correlación con niveles de significancia del 95%, como se observa en la tabla 2.

**Tabla 2.** Comparación de los estudios que correlacionan lactato sanguíneo y biomarcadores en saliva.

<b>Autores</b>	<b>Sujetos</b>	<b>Biomarcadores</b>	<b>Correlación</b>
TÉKUS, E. et al. 2012	16 participantes 8 Atletas 8 no atletas	<b>Saliva:</b> Lactato <b>Sangre:</b> Lactato	$r = 0.511$ $p < 0.001$ $r = 0.385$ $p < 0.001$

BOCANEGRA, Olga, et al. 2012	12 Nadadores profesionales	<b>Saliva:</b> Lactato, Amilasa y chromogranin A <b>Sangre:</b> Lactato	r = 0,91 p<0,001 r= 0,81 r= 0,82
OLIVEIRA, V.N, et al. 2010	12 Ciclistas	<b>Saliva:</b> Proteína total Amilasa <b>Sangre:</b> Lactato	r = 0,83 r = 0,90 r = 0,84 p<0,05
AMIRSASAN, R, et al. 2010	12 Jugadores de soccer	<b>Saliva:</b> Lactato <b>Sangre:</b> Lactato	r = 0,79 r = 0,79 p<0,05
SANTOS, R, et al. 2006	15 Maratonistas de elite (Amirsasan, Sari-Sarraf, Nikookheslat, Rahimzadeh, & Letafakar, ; A. Oliveira et al.)	<b>Saliva:</b> Lactato <b>Sangre:</b> Lactato	r = 0,72 p<0,05
OLIVEIRA, V.N, et al. 2005	15 participantes (Santos et al., 2006).	<b>Saliva:</b> Proteína total y amilasa. <b>Sangre:</b> Lactato	r = 0,88 p<0,00003
ALESSANDRO, M, et al. 2004	8 Deportistas de tenis de mesa de nivel internacional.	<b>Saliva:</b> Lactato Na y K <b>Sangre:</b> Lactato	r = 0,92 p<0,001
CHICHARRO, J, et al. 1999	12 Jóvenes entrenados	<b>Saliva:</b> Amilasa <b>Sangre:</b> Lactato <b>Musculo:</b> Lactato (Moura et al.)	r = 0,80 r = 0,63 r = 0,68 p<0,05
CHICHARRO, J, et al. 1999	14 Jóvenes entrenados	<b>Saliva:</b> Na, Mg y Mn	p<0,05
PÉREZ, M, et al. 1999	12 Atletas aficionados (Chicharro et al.)	<b>Saliva:</b> Lactato <b>Vo2</b> <b>Watios</b>	r = 0,89 r = 0,92 p<0,05
SEGURA, R, et al. 1996	9 Deportistas aficionados	<b>Saliva:</b> Lactato <b>Sangre:</b> Lactato	r = 0,81 p<0,05

Fuente: Los autores 2012

## ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS OBTENIDOS

En los estudios revisados se encontraron buenas correlaciones entre los diferentes biomarcadores, especialmente entre el lactato salival y sanguíneo. (Tékus et al., 2012),

se encontró una mejor correlación entre lactato salival y sanguíneo en atletas especialmente en el minuto 4 y 12, esto es en la segunda y tercer etapa. (Bocanegra et al., 2012). La correlación presentada entre lactato salival y lactato sanguíneo fue mayor que la relación de los otros elementos con lactato sanguíneo. (A. Oliveira et al., 2010). Se encuentra una alta correlación de las proteínas totales, la amilasa y el lactato sanguíneo frente a los Watios movilizados. (Amirsasan et al., 2010). La mejor correlación se presentó en las estaciones de trabajo al 80 y 90 % de la reserva cardiaca. (Santos et al., 2006). Las concentraciones de lactato absoluto en saliva y sangre fueron medidas en el equipo YSI 1500, Yellow springs, mostrando una buena correlación en especial del kilómetro 18 hacia arriba. (V. N. Oliveira, Bortolini, Reis, Lamounier, & Espindola, 2005). Se encontró una alta correlación de la amilasa salival con las proteínas totales en saliva y a su vez con el lactato sanguíneo. (Moura et al., 2004) Se realizaron pruebas en ergómetro de brazos y ciclo ergómetro, encontrando diferencias significativas de lactato producido por tren inferior y tren superior. (Chicharro et al., 1999). En ambos estudios encontraron una muy buena correlación entre los biomarcadores salivales (Pérez, Lucia, Carvajal, Pardo, & Chicharro, 1999) frente al  $vo_2$  máximo y a los Watios movilizados. (Pérez et al., 1999). Se logra identificar una concentración máxima de 8mml de lactato en saliva para un trabajo en estado estable. (Segura et al., 1996). Se encontró una muy buena correlación de lactato, realizando pruebas en sangre y saliva con la misma cantidad tanto de sangre como de saliva (Segura et al.).

## CONCLUSIONES

La mayoría de artículos concuerdan con la importancia del lactato sanguíneo como medidor de la intensidad del ejercicio, pero resulta de gran importancia encontrar biomarcadores no invasivos que permitan correlacionar la intensidad del ejercicio, lo que soporta el desarrollo de este tipo de trabajos en nuestro medio como una alternativa de apoyo al deporte.

Es posible correlacionar lactato sanguíneo con lactato salival por medio de métodos no invasivos, pero es necesario estandarizar el procedimiento de recolección y análisis de lactato salival debido a las características propias de cada individuo, esto es actividad deportiva y definición de los niveles máximos y mínimos de concentración entre otros, y así poder planear un entrenamiento con la intensidad apropiada.

Los trabajos desarrollados sobre biomarcadores salivales han encontrado una alta correlación en las mediciones de la concentración del lactato salival con el lactato sanguíneo en pruebas de esfuerzo, lo que requiere una mayor atención en el desarrollo de métodos no invasivos, de fácil aplicación, rápidos, sensibles y de bajo costo.

En Colombia no hay estudios sobre la relación lactato salival y sanguíneo especialmente en altitud, lo que justifica adelantar investigaciones que permitan determinar correlaciones en deportistas boyacenses en la disciplina del ciclismo de ruta, sobre los 2760, metros de altura.

## Referencias

1. Amirsasan R, Sari-Sarraf V, Nikookheslat S, Rahimzadeh G, & Letafakar K. Relationship between salivary lactate concentration with blood lactate and heart rate. *World Appl Sci J* 2010: 9(8); 945-949.
2. Bocanegra O, Teixeira R, Espindola F, Diaz M, Soares S. Determination of the lactate threshold by means of salivary biomarkers: chromogranin A as novelmarker of exercise intensity *Applied Physiology* 2012: 9(2); 23-37.
3. Chicharro J, Pérez M, Carvajal A, Bandres F, Lucia, A. The salivary amylase, lactate and electromyographic response to exercise. *Japanese journalof physiology* 1999: 49(6); 551- 554.
4. Ferich B, Delgado M. Evolución y aplicación práctica del umbral anaeróbico en el entrenamiento deportivo. *Revista motircidad* 1996: 2, 39-53.
5. García M, Navarro M, Ruiz J. *Bases teóricas del entrenamiento deportivo*. Editorial deportiva; S.L. Madrid: Gymnos 1996: 67-75.
6. Leminszka A, Dieck-Assad G, Martínez O, Garza E. Modelación del nivel de acido láctico para atletas de alto rendimiento. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica* 2010: 31(1); 41-56.
7. Mora, R. *Fisiología del deporte y el ejercicio, Practicas de campo y laboratorio* Buenos Aires: Editorial médica Panamericana, 2010: 58-65.
8. Moura A, Papoti M, Caputo F, Méndez O, Denadai B, Baldissera V, et al. Comparação entre a utilização de saliva e sangue para determinação do lactato mínimo em cicloergômetro e ergômetro de braço em mesa-tenistas. *Rev Bras Med Esporte* 2004: 10, 6.
9. Myers J, Ashley E. Dangerous Curves: A Perspective on Exercise, Lactate, and the Anaerobic Threshold. *Chest On line* 1997: 15 – 20.
10. Oliveira A, Besa S, Lamounier M, Santana M, Mello F, Espindola S. Changes in the salivary Biomarkers induced by effort tess. *Physilogy and Biochemistri* 2010: (377).
11. Oliveira N, Bortolini J, Reis T, Lamounier S, Espindola S. Salivary biomarkers for evaluation of anaerobic threshold. *Fitness & Performance Journal* 2005: 4, 85-89.
12. Pérez M, Lucia A, Carvajal A, Pardo J, Chicharro L. Determination of the Maximum Steady State of Lactate (MLSS) in Saliva: An Alternative to Blood Lactate Determination. *Japanese journal of physiology* 1999: 49 395-400.
13. Raposo V. *Planificación y organización del entrenamiento deportivo*. Segunda edición. Barcelona. 2005: 50-65.
14. Santos R, Almeida C, Caperuto E, Martins J. Effects of a 30 -km race upon salivary lactate correlation whit blod lactate. *ScienceDirect* 2006: 145, 114-117.
15. Schabmueller J, Loppowb D, Piechotta G, Schütze B, Albers J, Hintsche R. Micromachined sensor for lactate monitoring in saliva. *Biosensors and Bioelectronics, Elsevier* 2005: 21, 1770.
16. Segura R, Javierre C, Ventura L, Lizarraga A, Campos B, Garrido E. A new approach to the assessment of anaerobic metabolism: measurement of lactate in saliva. *Br J Sports Med* 1996: 30, 305-309
17. Silverthorn D. *Fisiología Humana, Un enfoque integrado*. 4ta edición. Buenos Aires: Editorial médica Panamericana 2010: 71-80.
18. Tékus E, Kaj M, Szabó E, Szénási N, Kerepesi I, Figler M. comparison of blood and saliva lactate level after maximum intensity exercise. *Acta Biológica Hungarica* 2012: 89–98



### COMO CITAR ESTE ARTICULO:

Quintero-Burgos RI, Manrique-Abril FG. El lactato sanguíneo y su correlación con biomarcadores salivales, como indicadores de la intensidad del ejercicio. Rev salud hist sanid on-line 2011; 6(1):3-11 Disponible en: <http://www.histosaluduptc.org/ojs-2.2.2/index.php?journal=shs>. Consultado en: (fecha de consulta)

*Los textos publicados en esta revista pueden ser reproducidos citando las fuentes.  
Todos los contenidos de los artículos publicados, son responsabilidad de sus autores.*

**Copyright.** Revista Salud Historia y Sanidad ©

Grupo de Investigación en Salud Pública GISP-UPTC  
Grupo de investigación Historia de la salud de Boyacá.

Tunja 2011