
Ensayo doble ciego en deportistas

ENSAYO DOBLE CIEGO DE UNA FIBRA DE INVESTIGACIÓN CON EFECTOS SOBRE EL ACLARACIÓN DEL LACTATO EN DEPORTISTAS

AUTORES:

* Dr. José Antonio Villegas García

* Dra. María Teresa Martínez Rocamora

* Prof. Manuel Canteras Jordana

* Investigación, Control y Evaluación del Deportista

Centro de Alto Rendimiento Deportivo "Infanta Cristina". 30.710. LOS
ALCAZARES. MURCIA. ** Cátedra de Bioestadística. Facultad de Medicina.
Universidad de Murcia.

Depósito Legal: C-83/97

RESUMEN

Hemos estudiado un colectivo de 24 ciclistas con un nivel de entrenamiento de tipo regional (300-500 km/semana). Para investigar los supuestos efectos de una fibra de investigación sobre el aclaramiento del lactato, hemos constituido dos grupos al azar de 12 ciclistas cada uno.

Ambos grupos han realizado un protocolo idéntico de cicloergometría maximal con incrementos de 50 vatios cada cinco minutos, tomando muestras de lactato en sangre capilar. Se ha repetido la prueba a la semana en las mismas condiciones pero usando una prenda que contenía en un caso la fibra a investigar y en otro una fibra neutra. Se ha seguido el protocolo de ensayo doble ciego para evitar efectos del personal investigador o de los propios deportistas ajenos a la propia acción de la fibra a estudiar.

Una vez finalizada la recogida de datos se realizó un estudio estadístico basado en un análisis de varianza para medidas repetidas correspondiendo a un diseño factorial jerarquizado con factores principales: prueba, carga y grupo; y el factor deportistas anidado. Se apreciaron diferencias significativas entre grupos y entre pruebas hayándose interacción cargas-grupos, lo que indica que las diferencias entre grupos varía según la carga.

En definitiva, el grupo que empleó el culotte negro disminuía el nivel de lactatos en

la segunda prueba diferenciándose de forma significativa del otro grupo. Una vez abierto el sobre se identificó el culotte negro como el que contenía la fibra en estudio. Palabras clave: Ayudas ergógenas, test de esfuerzo, equilibrio ácido-base, lactato.

HIPOTESIS DE TRABAJO

Sabemos que en la realización de un ejercicio físico por encima de una carga de trabajo determinada (umbral metabólico), se produce una gran acumulación de ácido láctico. También es bien conocido que esta acumulación ácida en el entorno de la célula muscular disminuye el pH y llega a inhibir, a determinadas concentraciones, la obtención de energía mediante la utilización de carbohidratos produciendo la detención de la contracción muscular.

El organismo entrenado, intenta utilizar como fuente energética la oxidación de ácidos grasos y la glucólisis aerobia. Solo cuando el tipo de entrenamiento o prueba competitiva hace imposible la oxidación (que requiere la presencia de oxígeno, es decir, necesita que el organismo lo absorba, lo transporte y lo introduzca en la mitocondria de la célula), es cuando se produce la glucólisis anaerobia con la formación de ácido láctico.

No obstante, estos procesos teóricos no se producen a saltos, sino que en el interior de la célula muscular se produce un continuum energético, de forma que en cualquier momento la célula muscular esta utilizando toda fuente posible de energía, en función de la intensidad de la contracción y de la

disponibilidad de recursos energéticos. Por todo ello, el músculo está produciendo constantemente lactato, el cual, si el nivel del ejercicio físico es de mediana intensidad, es aclarado inmediatamente, reconvertido en piruvato y metabolizado. Sin embargo, cuando la producción de este ácido es intensa y el aclaramiento es bajo, como sucede en los esfuerzos muy intensos, las cifras de lactato se disparan llevando al deportista en pocos minutos a agotamiento.

La hipótesis de trabajo establecida en función de la utilización de un agente externo que aumentara el nivel de aclaramiento del lactato producido durante un ejercicio debido a una emisión energética que mejoraría la difusión de sustancias a través de la membrana celular, exigía su confirmación mediante la realización de una prueba de esfuerzo con un protocolo que nos permitiera conocer los cambios producidos en el aclaramiento del lactato tal como ya hemos explicado. No hemos entrado a valorar las características físicas de la fibra estudiada, ni el argumento físico químico con el que se pudiera explicar el fenómeno a investigar, solo nos hemos planteado el estudio necesario para establecer la aplicación biológica de dicha energía y, sobre todo, su actuación a nivel del rendimiento muscular.

Por todo lo dicho, hemos establecido la siguiente hipótesis de trabajo: Si hay una acción a nivel de la membrana celular mejorando la metabolización del lactato muscular producido durante un ejercicio físico, deberán haber cambios significativos en las cifras de ácido láctico producidas al realizar un esfuerzo exhaustivo. En este sentido, hemos determinado un protocolo de trabajo estándar que nos asegura una intensa producción de lactato muscular. Se trata de un test triangular con incrementos progresivos hasta el agotamiento. Por otro lado, para saber si hay un cambio en la

metabolización del lactato producido, lo adecuado es establecer una prueba comparativa en las mismas condiciones que la anterior y con la máxima cercanía de forma que no hayan modificaciones inducidas por el entrenamiento en dicha acción.

Además, se debe realizar una prueba similar en otro grupo control para evitar la acción de efectos llamados placebo, e incluso se debe ocultar el grupo sometido a la prueba con la fibra investigada, del grupo control, para el propio grupo investigador y para los deportistas. Es lo que se conoce como estudio doble ciego.

MATERIAL y METODO SUJETOS:

Hemos estudiado a 24 ciclistas de nivel Regional con edades comprendidas entre los 16 y 35 años, distribuyéndolos en dos grupos de 12 elegidos al azar.

CONDICIONES EXPERIMENTALES:

La fibra estudiada se suministraba por la empresa en el interior de los pantalones usados por los ciclistas (culottes). Para realizar el ensayo doble ciego, la empresa nos suministró dos tipos de pantalones con la misma textura y apariencia. La mitad tenían color azul y la otra mitad negro. El equipo médico y los deportistas desconocían la clave correspondiente a cada color, la cual se suministró en sobre cerrado, el cual se abrió al concluir el estudio estadístico.

Se aplicó a cada uno de los dos grupos un test triangular con incrementos de 50 vatios cada cinco minutos, repitiéndolo a la semana en las mismas condiciones de laboratorio (horario, temperatura de laboratorio, entrenamiento previo del deportista, etc.). Cada cinco minutos se realizaba una toma de lactato en sangre arterializada en el lóbulo de la oreja al final de cada carga. Todos los deportistas han sido sometidos a dos pruebas de esfuerzo con una semana de diferencia entre cada una de ellas. Las pruebas se realizaron en las mismas condiciones de hora, lugar, ambiente, etc.

Durante los test, la toma de muestras sanguíneas se realizó siguiendo las directrices del National Committee for Clinical Laboratory Standards (Radiometer, 1981), obteniendo una muestra de 40 microlitros de sangre capilar al final de cada escalón de 5 minutos. Para la realización de los test de esfuerzo, se ha empleado una bicicleta ergométrica con freno por corrientes de inducción E.R. 900 de Jaeger.

Para realizar la segunda prueba, se rodeó la masa muscular del muslo (cuádriceps e isquiotibiales) así como la zona abdominal correspondiente al borde hepático con la fibra a investigar, mediante un culotte que en un grupo contenía la fibra estudiada y en otro una fibra de iguales características pero de composición neutra. Las prendas solo se diferenciaban por el color, siendo tanto el equipo médico como los propios deportistas desconocedores de la clave identificativa del color, tal como exige un ensayo doble ciego.

ANALISIS DE LAS MUESTRAS SANGUINEAS:

Las muestras de sangre se tomaban al final de cada escalón mediante punción con lanceta en el lóbulo de la oreja, tras arterializar la zona mediante calentamiento local (Siggard-Andersen, 1968). El ácido láctico se ha medido analizando el flujo de

electrones producido en la oxidación del lactato a H₂O₂ y posterior reducción de ésta (YS11500 SPORT L-LACTATE ANAL YZER).

ANALISIS DE DATOS:

El análisis descriptivo nos da la media y desviación típica con los datos originales por cada prueba, carga y grupo. En la tabla tenemos reflejados los valores medios y la desviación estándar para los lactatos obtenidos en cada carga. El estudio estadístico realizado para comparar las modificaciones entre los grupos, pruebas y cargas ha sido un análisis de varianza para medidas repetidas, correspondiente a un diseño factorial jerarquizado con factores principales prueba, carga y grupo; y el factor deportistas anidado. Para la realización de este análisis se han transformado los datos logarítmicamente.

El análisis de varianza general para la interacción entre grupos es significativo ($p < 0.0029$), lo que nos indica que hay diferencias estadísticamente significativas entre las cifras de lactato tras la primera y segunda prueba entre un grupo y otro. Si nos vamos a la diferencia entre medias de una prueba a otra para cada carga, vemos que las correspondientes a la relación entre la primera prueba realizada con el pantalón normal, y la segunda, efectuada con la fibra a investigar es significativa para el grupo de pantalón negro, el cual, tras abrir el sobre identificativo resultó ser el que contenía la fibra fotón-platino.

De esta forma, el estudio estadístico concluye que hay diferencias significativas entre grupos y entre pruebas, es decir, el grupo de pantalón negro baja las cifras de lactato para cada carga al realizar la prueba con la fibra de fotón-platino, siendo estadísticamente significativo.

La explicación del estudio estadístico es la siguiente: Se ha comprobado que el grupo que contenía la fibra estudiada tenía unas menores cifras de lactato en la prueba en la que se había puesto dicha fibra que en la anterior, en la que los culottes utilizados eran los suyos normales, lo cual se observa porque las diferencias entre las media prueba/carga para el grupo negro (el de la fibra), son estadísticamente significativas (10,2244), mientras que en el grupo con culotte normal (azul), no había diferencia entre la primera prueba y la segunda. Por otro lado, las modificaciones comparativas entre un grupo y otro también son significativas, de forma que el análisis de varianza general para la interacción entre los dos grupos también es significativo ($p < 0.0029$).

Es decir, no solo hay un cambio en el primer grupo, sino que es mucho mayor que el que se produce en el segundo grupo, por lo que se puede sostener el razonamiento inicial de que ha habido algo que ha hecho mejorar el aclaramiento del lactato al grupo de culotte negro, por encima de la variación normal de una segunda prueba (culotte azul).

Finalmente, al conocer que el grupo de culotte negro era el que tenía la fibra investigada, podemos sacar la conclusión de que esta fibra altera el aclaramiento del lactato muscular producido durante el ejercicio físico disminuyéndolo. En la introducción hemos dejado claro que la concentración sanguínea de lactato refleja el equilibrio dinámico entre su producción y su aclaramiento, de hecho, el lactato intracelular y la tasa de lactato liberada desde los músculos ejercitantes aumenta

durante los minutos iniciales de un ejercicio.

Por otro lado sabemos que el destino del lactato producido durante el ejercicio es tanto anabólico (gluconeogénesis) como catabólico (oxidación aCO₂), siendo la excreción urinaria ya través del sudor de menor importancia, mientras que el 75-80% del lactato es oxidado. Además, los músculos ejercitantes no sólo producen lactato, sino que también son capaces de utilizarlo, y que, además, su aclaramiento aumenta con el ejercicio en una relación con la intensidad metabólica, habiéndose encontrado dicha relación entre la tasa de aclaramiento del lactato y el VO₂ al menos hasta el 75% del VO₂ máx.

Por todo ello la disminución de las cifras de lactato en las cargas correspondientes a la zona de trabajo aerobio nos permite suponer que la utilización de la fibra investigada aumenta la utilización del lactato por el músculo, aumentando su aclaramiento y permitiendo un desplazamiento de la zona de umbral. Las características de la fibra estudiada nos permite establecer una hipótesis basada en los resultados de este trabajo.

Si sabemos que hay un mayor aclaramiento del lactato inducido por el uso de la fibra, pero que este aumento no incide de manera inmediata en el aumento del rendimiento deportivo, podemos suponer que la utilización constante en los entrenamientos permitiría al ciclista soportar mayores cargas de entrenamiento, siendo este aumento en dichas cargas la que provocaría un aumento en dicho rendimiento, consiguiendo mejorar las marcas deportivas.

La recomendación final, en base a este trabajo experimental, es que los practicantes de deportes de fondo utilicen la fibra de fotón platino como componente de los pantalones de entrenamiento en el caso de deportes en que predomine el trabajo con el tren inferior (ciclistas, corredores, deportes de equipo...), o de camisetas en el caso de deportes de predominio de tronco y brazos (remo, gimnasia, piragüismo...).

BIBLIOGRAFÍA

- ALLSOP P, CHEETHAM M, BROOKS S, HALL GM, WILLIAMS C: Continuous intramuscular pH measurement during the recovery from brief, maximal exercise in man. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 59: 465-470. 1990.
- ASMUSSEN E, NIELSEN M: Physiologic deadspace and alveolar gas pressures at rest and during muscular exercise. *Acta Physio. Scand.* , 38: 1. 1956.
- FREUND H. ZOULOUMIAN P: Lactate after exercise in man. Evolution kinetics in arterial blood. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 46: 121-133, 1981.
- GREEN S, DAWSON B: Measurement of anaerobic capacities in Humans. Definitions, limitations and unsolved problems. *Sports Medicine.* 15 (5): 312-327. 1993.
- HIGGS BE.: Changes in ventilation, gas exchange and circulation during exercise in normal subjects. *Clin. Sci.* 32:329. 1967.

HUCKABEE WE: Relationships of pyruvate and lactate during anaerobic metabolism, effects of infusion of pyruvate or glucose and of hyperventilation, *J Clin Invest* 37: 244-254, 1958.

JACOBS I: Blood lactate. Implications for training and sports performance. *Sports Medicine*. 3: 10-25. 1986.

JONES NL: Effect of pH on cardiorespiratory and metabolic responses exercise. *J. Appl. Physiol.*, 43 (6): 959-964. 1977.

KINDERMAN W.: The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 42: 25-34, 1979.

MADER A. HECK H.: A theory of the metabolic origin of anaerobic threshold. *Int. J. Sports Med.*, 7: 45-65. 1986.

MARCOS E, FERNÁNDEZ M.A., RIBAS J.: Equilibrio ácido-base y balance electrolítico en el ejercicio de alta intensidad. *Archivos de Medicina del Deporte.*, 33(9): 15-22. 1992.

MARGARITA R: Biomechanics and energetics of muscular exercise. Clarendon Press-Oxford, 1976.

MAZZEO RS, BROOKS GA, SCHOELLER DA, BUDINGER TS: Disposal of blood (1-¹³C) lactate in humans during rest and exercise. *J. Appl. Physiol.* 60:232-241, 1986.

OLSON RE: Excess lactate and anaerobiosis. *Ann. Intern. Med.*, 59: 960-963, 1963.

ORR GW, GREEN RL, HUGHSON RL, BENNET GW: A computer linear regression model to determine ventilatory anaerobic threshold. *J. Appl. Physiol.*, 52: 1349-1352, 1982. Radiometer transcutaneous blood gas systems: User's handbook, Copenhagen, Denmark, Radiometer, 1981.

SAHLIN K: Intracellular pH and energy metabolism in skeletal muscle of man. *Acta Physiol, Scand.* (suppl), 455. 1978.

SHARP RL: Effects of eight weeks of bicycle ergometer sprint training on human muscle buffer capacity. *Int. J. Sports Med.*, 7: 13-17. 1986.

SIGGARDANDERSEN O.: Acid-base and blood gas parameters: arterial or capillary blood? *Scand J. Clin. Lab. Invest.*, 21: 289.1968.

SKINNER J, MC LELLAN T: The transition from aerobic to anaerobic metabolism. *Res. Q. Exerc. Sport.* 51: 234-248.1980.

WARD SA, WHIPP BJ: Influence of body CO₂ stores on ventilatory dynamics

during exercise. *J. Appl. Physiol.*, 55: 742-749. 1983.

WASSERMAN K, MCILROY MB: Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *Am. M. Cardiol.*, 14: 844-852. 1994.

YOSHIDA T, UDO M, MAKIGUCHI K, ICHIOKA M, MURAOKA I: Arterial blood gases, acid-base balance, and lactate and gas exchange variables during hypoxic exercise. *Int. J. Sports Med.*, 10: 279-285. 1989.