

Efecto del Malato de citrulina sobre el rendimiento físico

J. Ibáñez, J. Roca, L. Palacios, M. Riera y J. Palomeque

Departamento de Bioquímica y Fisiología, Universidad de Barcelona, 08071 Barcelona

RESUMEN

Se ha descrito el malato de citrulina (BMS 6443M) como una substancia con efectos beneficiosos sobre la fatiga muscular y la astenia. En este estudio se evaluó el efecto que el malato de citrulina tiene sobre el rendimiento físico, utilizando dos tipos de pruebas, una para medir la resistencia a la natación en ratas y otra de aplicación de cargas progresivas en el hombre. El malato de citrulina administrado oralmente no provocó variaciones significativas en ninguna de las dos pruebas, cuya evaluación se basó en función de los siguientes parámetros, tiempo, concentración de lactato en sangre, gasto cardíaco y consumo de oxígeno.

Palabras clave

Malato de citrulina, rendimiento físico, esfuerzo máximo

RESUM

Hom ha descrit el malat de citrulina* (BMS 6443M) com una substància amb efectes benèfics sobre la fatiga muscular i l'astènia. En aquest estudi hem avaluat l'efecte que el malat de citrulina té sobre el rendiment físic, en utilitzar dues menes de proves, l'una per a mesurar la resistència a la natació en rates i l'altra d'aplicació progressiva de càrregues en l'home. El malat de citrulina administrat oralment no va provocar variacions significatives en cap de les dues proves, l'avaluació de les quals es va realitzar en funció dels paràmetres següents: temps, concentració de lactat a la sang, cabal cardíac i consum d'oxigen.

Paraules clau

Malat de citrulina, rendiment físic, esforç màxim

SUMMARY

Citruline malate* (BMS 6443M) has been described as a substance that acts against muscle fatigue and asthenia. In this study, the effect Citruline malate has on physical performance was evaluated using two kinds of tests. One test measured the resistance of swimming rats and the other the exposure of man to progressively increased loads. Orally administered Citruline malate did not cause any significant variation in either of the two tests, the evaluation of which was based on the function of the following parameters: time, concentration of lactate in the blood, strain on the heart and oxygen intake.

Key words

Citruline malate, physical performance, maximal effort

Introducción

El malato de citrulina (BMS 6443M) es la sal monocitrulinica del ácido málico. El malato está implicado en la conversión del fumarato a oxalacato en el ciclo de Krebs, en el catabolismo de los productos resultantes de la glucólisis. La citrulina interviene en el ciclo de la urea y está implicada en mecanismos hepáticos que corrigen los efectos tóxicos del amonio.^{4,7}

Desde un punto de vista farmacológico se ha descrito su efecto protector sobre la toxicidad muscular, dando lugar a un incremento del rendimiento del músculo,³ así como sus efectos favorables en la toxicidad hepática.¹ El malato de citrulina es bien tolerado, no dando lugar a efectos tóxicos incluso a dosis elevadas y en tratamientos prolongados. La

Tabla 1. Prueba de ejercicio. Efecto del malato de citrulina sobre el tiempo de natación en 15 ratas. Media \pm error estándar.

	Peso corporal (g)	Tiempo natación (seg)	Lactato μ moles/ml
Control	300,0 \pm 4,9	1.205,9 \pm 56,8	13,4 \pm 1,9
Malato de citrulina	293,5 \pm 4,2	1.311,7 \pm 68,3	12,4 \pm 1,2

experimentación clínica ha mostrado los efectos beneficiosos de este producto en el tratamiento de la astenia, fatiga física y anorexia.²

Con el fin de evaluar la eficiencia del malato de citrulina en la mejora del rendimiento físico así como su acción sobre la fatiga, se diseñaron dos experimentos: uno en hombre y otro en rata de laboratorio.

Material y métodos

En la experimentación animal se utilizaron 27 ratas macho Sprague-Dawley con un peso de 290-320 g. Los animales se dividieron en grupos de tres, recibiendo una dosis diaria de 1 g/kg de malato de citrulina en un volumen de 10 ml/kg vía gástrica durante 12 días. Al grupo control se le suministró un volumen idéntico de agua. La evaluación del rendimiento físico de las ratas se realizó mediante el método descrito por Laborit.⁵ Dicho método consiste en introducir los animales en un recipiente cilíndrico de 50 litros de capacidad, mantenido con un termostato y un agitador mecánico a la temperatura de 21 \pm 0,5 °C, anotándose el tiempo máximo de resistencia a la natación de las ratas. Una vez concluido el experimento se obtuvieron muestras de sangre por punción cardíaca, evaluándose la concentración de láctico.⁶

Para el estudio del efecto del malato de citrulina en el hombre se utilizó una prueba de esfuerzo máximo. Se utilizaba un cicloergómetro eléctrico y un espirómetro de circuito abierto conectado a un electrocardiógrafo (Logos Med. Co.) que medía el consumo de oxígeno (VO₂), frecuencia respiratoria, ECG, programándose a partir de estos datos el nivel de rendimiento. Durante el experimento, se evaluó secuencialmente el lactato en sangre, se-

gún el método de Noll,⁶ mediante un catéter implantado en la vena cubital. Los experimentos fueron realizados en cinco varones voluntarios con edades comprendidas entre los 22 y 29 años y peso 60-78 kg. Estos voluntarios practicaban habitualmente ejercicio físico. Previo el tratamiento se realizó la prueba del cicloergómetro, administrándose el fármaco siete días más tarde de acuerdo con la siguiente pauta, tres dosis diarias de 4 g de malato de citrulina en solución acuosa, vía oral, durante tres días, seguida por tres dosis diarias de 6 g de la misma sustancia durante 9 días. Al día siguiente de finalizar el tratamiento, se repitió la prueba. La prueba del cicloergómetro consistía en un ejercicio incrementado progresivamente bajo las siguientes condiciones, una fase de dos minutos de calentamiento con una carga de 50 W, después de los dos minutos había un incremento de 25 W, y así sucesivamente hasta que se alcanzaba una frecuencia cardíaca (FC) equivalente al 80% de la frecuencia cardíaca máxima (estimada en 220 latidos/minuto-edad en años). El ejercicio se mantenía a este nivel durante diez minutos. Después había un periodo de recuperación de diez minutos en el que se extraía la carga y el individuo podía pedalear libremente. Las muestras de sangre se obtenían durante el ejercicio del pedaleo a los 0, 10 y luego cada 3 minutos hasta finalizar el periodo de máxima frecuencia. Durante la recuperación, las muestras se obtuvieron a los 5 y 10 minutos después de acabar el periodo de máxima frecuencia.

Resultados y discusión

Los valores medios de tiempo de natación y concentración de lactato en sangre para los grupos de ratas control y tratado con malato de citrulina a la dosis de 1 g/kg/día durante 13 días se observan en la tabla 1.

Los valores medios de FC, VO₂ concentración de lactato en sangre en los voluntarios sometidos a la prueba de resistencia, antes y después del tratamiento, se muestran en la tabla 2.

Los resultados obtenidos en la prueba de resistencia en rata no muestran diferencias significativas, según la prueba t-student.

Tabla 2. Prueba de ejercicio en cinco hombres voluntarios. Media \pm error estándar.

	FC máximo esfuerzo	FC después 3 min. recuperación	VO ₂ máximo esfuerzo	Lactato recuperación		Lactato máx. esfuerzo
	latidos/min.	latidos/min	ml O ₂	5 min	10 min	μ moles/ml
Control	161,0 \pm 4,2	101,2 \pm 8,3	36,7 \pm 2,7	2,8 \pm 0,6	2,7 \pm 0,5	4,7 \pm 1,6
Malato de citrulina	162,1 \pm 2,7	102,4 \pm 4,1	40,1 \pm 2,3	2,9 \pm 0,4	2,5 \pm 0,3	4,6 \pm 1,4

Estos resultados no ponen de manifiesto ninguna influencia del malato de citrulina sobre la actividad muscular, tanto en el modelo de cargas pro-

gresivas utilizado en el experimento con hombres como en el tiempo de natación o el nivel de lactato en rata.

Bibliografía

1. BLANPIN, O, y VALLEE, S.: Essai de protection contre l'hyperammoniemie experimentale. *Therapie*, 1963, 18, 1.379-1.392.
2. COLIN, R.: Ensayo clínico no publicado. 1984.
3. COLLAUT, M. y BERNY, C.M.: Nouvelle technique pour l'etude objective de substances s'opposant a la fatigue musculaire. *Comptes rendues des seances de la Societé de Biologie*, 1970, 164, 709-712.
4. LABADIE, P.: L'acide malique. *La Revue du Practicien*, 1969, 19, 4.731-4.736.
5. LABORIT, H.: Influence de la composition ionique du milieu extracellulaire et de l'influence comparée de l'acide aspartique, de l'aspartate de potassium et du glucose sur l'apreuve de nage du Rat blanc. *Comptes rendues des seances de la Societé de Biologie*, 1957, 151, 1.383-1386.
6. NOLL, F.: *Methoden der Enzymatischen Analyse*. 3a edición, Verlag Chemie, Weinheim, Bergmeyer, H.U. Ed., 1974.
7. VANUXEM, P.; VANUXEM, D.; FORNARIS, E. y BERNASCONI, P.: Role du lactate et de l'ammonium dans la fatigue. *Gazette Médicale de France*, 1986, 93, 67-72.

