

INFLUENCIA DE DIFERENTES SITUACIONES DE ESTRÉS EN LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA MUSCULAR EN BOVINO DE LIDIA (*BOS TAURUS*)

Influence of different stressful situations in the muscular enzymatic activity in bullfighting bulls (*Bos taurus*)

Mas A.¹, Sanes J.M.¹, Reyes J.A.², Cerón J.J.³, Pallares F.J.¹, Seva J.I.¹

¹Departamento de Anatomía y Anatomía Patológica Comparadas y ³Departamento de Medicina y Cirugía Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia, Campus de Espinardo, 30100 Espinardo, Murcia, Spain. ²Departamento de Matemática Aplicada. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Alicante, Carretera San Vicente del Raspeig s/n, 03690 San Vicente del Raspeig, Alicante, Spain.

* **Autor para correspondencia:** Juan I. Seva. Tel: [+34 868884258](tel:+34868884258). E-mail: jseva@um.es

RESUMEN

En este estudio se han utilizado 15 bóvidos de la raza de lidia (*Bos taurus*), divididos en tres grupos, con diferentes edades, características del transporte y condiciones de lidia (machos de 3-4 años lidiados en la plaza de tientas y en plaza portátil y animales de 4 años lidiados en plaza fija), para estudiar el posible efecto de diferentes situaciones de estrés y ejercicio en la liberación de diferentes enzimas musculares. Se tomaron muestras de sangre de todos los animales. En las analíticas sanguíneas se obtuvieron los valores de cortisol y de las enzimas CPK, LDH y AST. En relación con estas enzimas, hubo una mayor liberación de CPK y LDH en los novillos lidiados en plaza de toros portátil, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas. El comportamiento de la enzima AST no fue el mismo que el de la CPK y la LDH, lo que indicaría según los datos obtenidos en este estudio, que esta enzima no sería un buen indicador del daño o fatiga muscular. Este mayor daño o fatiga muscular se detectó en los animales que se lidiaron en plazas de toros portátiles, sin descanso previo en los corrales. En estos mismos animales, hubo una correlación entre la liberación de cortisol y la de enzimas musculares.

Palabras clave: estrés, actividad enzimática, CPK, LDH, AST, bovino de lidia.

ABSTRACT

In order to check the possible effect of different stressful situations in the release of different muscular enzymes in fifteen fighting bulls (*Bos taurus*) divided in three groups according to age, transport characteristics and bullfighting conditions (young bulls fought in a trial bullring and in a portable bullring and bulls fought in a permanent bullring) were used in this study. Samples of blood were taken from all animals. Values of cortisol and CPK, LDH and AST enzymes were obtained from blood samples. A higher CPK and LDH release was detected in young bulls fought in a portable bullring, although statistical differences were not found. The behaviour of the enzyme AST was different from CPK and LDH enzymes, what would indicate, according with the data of the present study, that the values of AST would not be a good indicator of muscular damage or fatigue. This higher muscular damage or fatigue was detected in animals fought in a portable bullring which had not a rest period in pens before the bullfight. In these animals a correlation between the release of cortisol and muscular enzymes was detected.

Key words: stress, enzymatic activity, CPK, LDH, AST, lidia bullfighting bulls.

INTRODUCCIÓN

El estrés es la respuesta a la tensión provocada por situaciones agobiantes que originan reacciones psicósomáticas o trastornos psicológicos. La mayoría de los autores consultados coinciden en que el toro de lidia reacciona de una forma diferente ante estímulos estresantes, como son el manejo en la ganadería, el transporte, el sacrificio o la propia lidia (Illera *et al.*, 2007; Seva *et al.*, 2007). En los últimos años se han venido produciendo avances científicos en relación al estrés y al ejercicio físico en el toro de lidia. Más concretamente, se ha profundizado en la reacción enzimática que se produce tras situaciones de estrés y ejercicio que permiten que el toro bravo se enfrente y se adapte a muchos elementos adversos. Tanto en animales de lidia como en bovinos mansos, el transporte y el sacrificio son las situaciones que mayor estrés generan (Purroy *et al.*, 1992; Seva *et al.*, 2007).

El músculo está compuesto por fibras con diferentes capacidades contráctiles y metabólicas (Martínez-Gomariz, 1999; Muñoz *et al.*, 2001). La intensidad que supone el esfuerzo físico de la lidia está demostrada por los importantes cambios metabólicos que se observan en los animales después de realizar dicha actividad (Purroy y González-Buitrago, 1985). A lo largo

de ella se incrementan los parámetros hematológicos (número de glóbulos rojos y del hematocrito), aumenta la producción de peróxidos y de ácido láctico y disminuyen los depósitos de glucógeno muscular y su pH (García-Belenguer *et al.*, 1995).

En el toro bravo los diferentes tipos de lidia suponen un ejercicio físico intenso y una situación estresante que, además de una respuesta neuroendocrina, origina una serie de cambios metabólicos que afectan a los niveles de las enzimas musculares. Estas enzimas son: creatínfosfoquinasa (CPK), lactato deshidrogenasa (LDH) y aspartato aminotransferasa (AST) (Purroy *et al.*, 1992). Estas enzimas se encuentran de manera normal en el interior de la fibra muscular y son liberadas tras su necrosis o después de cambios en la permeabilidad de la membrana del sarcolema causados por la hipoxia. Las lesiones musculares se ponen de manifiesto por la marcada elevación de las concentraciones séricas de enzimas musculares. El incremento de los niveles de estas enzimas en el toro bravo puede ser debido a las lesiones causadas por la puya, las banderillas y el estoque de lidia durante la muerte (García-Belenguer *et al.*, 1995). También hay que considerar las miopatías como una de las causas en el desequilibrio fisiológico del aparato locomotor del toro de lidia (Martínez-Gomariz, 1999).

Dado que no existe una correlación positiva y significativa entre el volumen de heridas o castigo recibido y las actividades enzimáticas (Purroy *et al.*, 1992), su incremento en el plasma puede depender, además del ejercicio físico, de otras situaciones como el estrés y la posterior liberación de catecolaminas, que provocan una alteración en la permeabilidad de la membrana celular (Agüera *et al.*, 1998).

En el presente trabajo nos hemos propuesto determinar la posible relación entre los niveles de cortisol liberados en diferentes situaciones y la actividad de las enzimas musculares CPK, LDH y AST.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio se utilizaron muestras de 15 animales de la raza bovina de lidia (*Bos taurus*), estableciéndose 3 lotes de animales con 5 individuos cada uno:

Lote I: Machos de 3-4 años lidiados a puerta cerrada en la ganadería (n=5) (Figura 1).

Lote II: Machos de 3-4 años lidiados en plaza de toros portátil (n=5) (Figura 2).

Lote III: Machos de 4 años lidiados en plaza de toros (n=5).

Todos los animales fueron trasladados mediante cabestros de la raza berrenda andaluza a los corrales anexos al embarcadero y la plaza de tientas de la ganadería (Figura 3). Los animales lidiados a puerta cerrada (lote I) permanecieron en estos corrales hasta el momento de la salida a la plaza. Los animales lidiados en plazas de toros (lotes II y III) fueron introducidos, individualmente, a través de pasillo y muelle de carga en un camión (Figura 4) para su posterior transporte a la plaza de toros, fija o portátil. Mientras los novillos lidiados en plaza de toros portátil (lote II) fueron transportados el mismo día del festejo, los toros que fueron lidiados en plaza fija (lote III) lo hicieron 24 horas antes del mismo.

La diferencia entre los animales de los lotes II y III radicó en el momento en que se realiza el transporte y qué ocurre tras el mismo.



Figura 1. Animal del lote I (ganadería).



Figura 2. Animal del lote II (plaza portátil).



Figura 3. Conducción de novillos ayudada por animales de raza Berrenda Andaluza.



Figura 4. Vehículo para el transporte individualizado de reses de lidia.

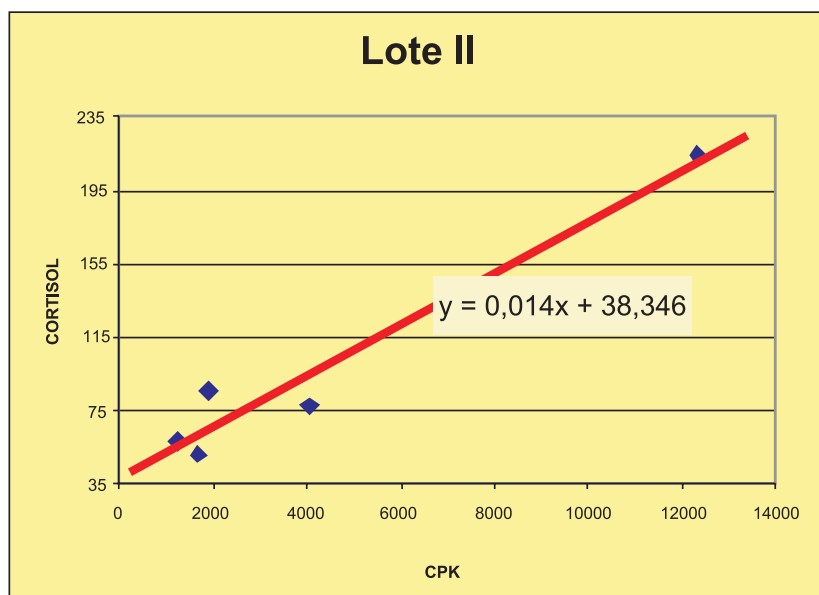


Figura 5. Lote II. Recta de regresión CPK / Cortisol.

Tabla 1. Valores sanguíneos de enzimas musculares (UI/l)

	Lote I	Lote II	Lote III
CPK	3768	4072	3959
	3285	1890	2414
	1545	1661	2681
	1482	1239	1853
	1494	12330	2681
Media ± D.E.*	2314,8 ± 119,48	4238,4 ± 4654,46	2717,6 ± 771,92
LDH	3120	3572	3255
	2503	3322	2949
	3252	2651	3643
	3198	2624	3173
	2090	5585	3156
Media ± D.E.*	2832,6 ± 512,86	3550,8 ± 1210,31	3252,2 ± 254,33
AST	924	975	329
	774	833	230
	1046	765	348
	1053	155	259
	1273	378	306
Media ± D.E.*	1014 ± 183,93	621,2 ± 341,76	294,4 ± 49,00
Cortisol	112,28	33,29	77,64
	136,17	96,15	85,69
	111,99	116,61	52,23
	104,27	44,81	58,23
	121,23	214,61	43,44
Media ± D.E.*	117,19 ± 12,19	101,09 ± 72,31	63,45 ± 17,67

* Desviación estándar.

Mientras los novillos lidiados en plaza de toros portátil (lote II) fueron transportados el día del festejo permaneciendo en el interior del camión hasta el momento de su lidia, los toros que fueron lidiados en plaza fija (lote III) lo hicieron con 24 horas de antelación, descansando en los corrales de dicha plaza.

Las muestras de sangre, en todos los casos, se obtuvieron sobre el cadáver tras la sección de venas yugulares y arterias carótidas, a partir de sangre venosa en tubos de plástico Aquisel® de 5 ml sin aditivos y fueron sometidos a refrigeración a 4° C. Las muestras fueron centrifugadas (7 minutos, a 2000 g) mediante centrífuga Nahita® 2652 Model y se extrajo el suero, que fue envasado y conservado a -20° C hasta su análisis.

Los valores de las diferentes enzimas musculares CPK, LDH y AST fueron determinados mediante el kit comercial Spinreact® (Gerona, España) en un analizador Cobas Mira Plus® (ABX, ABX Diagnostics, Montpellier, Francia).

La determinación de los niveles de la hormona cortisol fue realizada mediante técnica ELISA con el kit comercial Cortisol EIA Radim® (Pomezia, Roma). Los resultados de esta técnica fueron sometidos a lector de placas de microtitulación Powerwave XS® (Biotek Instruments GmbH, Alemania).

Para el análisis estadístico se utilizó el programa Microsoft Excel®, con los datos teóricos de fórmulas y tablas de Nortes (1993).

RESULTADOS

Los valores obtenidos en el caso de las enzimas musculares CPK, LDH, AST en cada uno de los animales objeto de este estudio aparecen en la tabla 1.

Se calculó el coeficiente de correlación entre los valores de las distintas enzimas musculares y el valor de cortisol en los tres lotes, para determinar el grado de dependencia entre ellos. Este valor indicó la independencia de dichas variables, excepto en el lote de animales lidiados

en plaza de toros portátil (lote II), en los cuales apareció una correlación estadística cuasiperfecta y directa entre el valor de cortisol (indicativo de estrés) y los valores de las enzimas CPK y LDH (indicativos de lesión muscular).

El modelo al que se ajustaron los datos muestrales pertenecientes a este lote II queda representado en la siguiente gráfica (Figura 5):

DISCUSIÓN

Los niveles de enzimas musculares CPK, LDH y AST obtenidos en nuestro estudio son superiores a los encontrados en otras razas bovinas y en el toro de lidia en situaciones que se pueden considerar basales (Purroy *et al.*, 1992; Agüera *et al.*, 1998), si bien en el toro de lidia cualquier manejo para la toma de muestras implica una respuesta. Con estos valores podríamos considerar que las situaciones a las que fueron sometidos los animales de este estudio, como la lidia y el transporte, influyeron en la producción de las enzimas relacionadas con el daño o fatiga muscular, como indican otros autores (García-Belenguer *et al.*, 1995; Ros-Sempere *et al.*, 2008). Los valores de todas las enzimas presentaron diferencias entre los tres lotes estudiados, aunque éstas no fueron estadísticamente significativas.

Los valores de CPK en los diferentes grupos de animales son más altos que los descritos en otros estudios (Purroy y González, 1985; Ros-Sempere *et al.*, 2008), hecho que podría estar asociado a que las exigencias requeridas durante la lidia hayan sido superiores. Los valores para la enzima LDH en los toros y novillos estudiados son superiores a los descritos hasta ahora (Purroy y González, 1985; Muñoz *et al.*, 2001; 2007; Ros-Sempere *et al.*, 2008), lo que al igual que ocurría con la enzima CPK, podría estar asociado a que las exigencias requeridas durante la lidia en nuestro estudio hayan sido superiores. Por otra parte, el hecho de que el valor medio para la enzima CPK y LDH más

elevado se encuentre en el lote II (novillos-plaza portátil) podría deberse a las características del transporte hasta la plaza de toros y lo que ocurre tras el mismo, ya que el periodo de espera en el camión es muy elevado y el descanso en corrales es nulo, lo que podría llevar a un mayor agotamiento de la fibra muscular esquelética, lo que facilitaría los daños en esas fibras y la liberación de las enzimas al torrente circulatorio tras el esfuerzo requerido durante la lidia (García-Belenguer *et al.*, 1995; Agüera *et al.*, 1998). Teniendo en cuenta los valores obtenidos en nuestro estudio podríamos sugerir que la permanencia en los corrales durante 24 horas podría redundar en un menor daño muscular y repercutir en un mejor comportamiento durante la lidia, ya que los animales presentarían una mejor condición muscular.

Los valores de la enzima AST más elevados aparecen en el lote I (novillos-plaza tientas) a diferencia de lo que cabría esperar si se tienen en cuenta los resultados obtenidos para las enzimas CPK y LDH. La falta de concordancia entre los valores de las enzimas CPK y LDH y los de AST podría ser indicativo de que las primeras enzimas musculares estudiadas tengan mayor fiabilidad como parámetro indicativo de daño o fatiga muscular como ha sido indicado por otros autores (Greco y Stabenfeldt, 2003; Muñoz *et al.*, 2007).

Los resultados del análisis de regresión entre la concentración de cortisol y enzimas CPK y LDH indican que en el lote II los resultados estadísticos muestran una correlación significativa entre ellas. Estos resultados podrían indicar que en los animales que se lidian en plazas portátiles, sin descanso en corrales, existe una relación directa entre el nivel de liberación de cortisol y la liberación de enzimas indicativas de fatiga o daño muscular (CPK y LDH). Los resultados del análisis de regresión entre la concentración de cortisol y enzima AST indican que en todos los lotes existe un comportamiento independiente de las concentraciones de ambas variables por lo que en principio no habría una

relación entre la liberación de cortisol y AST y en nuestro estudio no podemos considerar que el aumento de cortisol pueda afectar a la liberación de enzima AST.

CONCLUSIONES

Los niveles de las enzimas CPK y LDH son mayores en los animales lidiados en plazas de toros portátiles, lo que indica que el daño o fatiga muscular es mayor que en el resto de animales.

Los animales que se lidian en las plazas portátiles, sin descanso en corrales, presentan correlación estadísticamente significativa entre el nivel de cortisol en sangre y la liberación de enzimas musculares CPK y LDH, indicativas del daño o fatiga muscular.

BIBLIOGRAFÍA

- AGÜERA B.E., RUBIO M.D., VIVO R., ESCRIBANO B.M., MUÑOZ A., VILLAFUERTE J.L., CASTEJÓN F. 1998. Adaptaciones fisiológicas a la lidia del toro bravo. Parámetros plasmáticos y musculares. *Veterinaria México* 29 (4): 399-403.
- GARCÍA-BELENQUER S., ACEÑA S., SÁNCHEZ J.M., PURROY A. 1995. La fuerza y las caídas del toro de lidia. *Bovis* 62: 65-74.
- GRECO D., STABENFELDT G. H. 2003. El sistema endocrino. En: Cunningham. *Fisiología Veterinaria*. 3ª edición. Pp. 348-360. Editorial Elsevier España S.A. Madrid.
- ILLERA J.C., GIL F., SILVÁN G. 2007. Regulación neuroendocrina del estrés y dolor en el toro de lidia (*Bos taurus* L.): estudio preliminar. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias* 2: 1-6.
- MARTÍNEZ-GOMARIZ F., VÁZQUEZ-AUTÓN J.M., GIL-CANO F., RAMÍREZ-ZARZOSA G., LATORRE-REVIRIEGO R., LÓPEZ-ALBORS O. 1999. Lesiones musculares en el toro bravo (*Bos taurus*

- ibericus*) después de la lidia. *Anales de Veterinaria* (Murcia) 15: 17-24.
- MUÑOZ A., CASTEJÓN F.M., AGÜERA E.I. 2007. Diferencias en el perfil enzimático muscular y respuesta metabólica a la lidia en toros de uno a tres años de edad. *Archivos de Medicina Veterinaria* 39 (1): 35-41.
- NORTES, A. 1993. Estadística teórica y aplicada. Pp. 515-563. Editorial Diego Marín. Murcia.
- PURROY A., GONZÁLEZ-BUITRAGO J.M. 1985. Etude des enzymes plasmatiques des taureaux de combat tués en corridas. *Reproduction Nutrition Development* 25 (4): 599-603.
- PURROY A., GARCÍA-BELENQUER S., GONZÁLEZ J.M., GASCÓN M., BARBERÁN M. 1992. Lésions musculaires et activités enzymatiques chez les bovines de combat. *Annales de recherches vétérinaires* 23: 59-62.
- ROS-SEMPERE J., MARTÍNEZ-GOMARIZ F., SÁNCHEZ-COLLADO C., SEVA J., VÁZQUEZ-AUTÓN J.M., GIL-CANO F. 2008. Estudio de las concentraciones séricas de enzimas musculares en 47 novillos lidiados durante la Feria del Arroz de Calasparra (Murcia, 2007-2008). VI Congreso Mundial Taurino de Veterinaria. Pp. 263-266. Murcia.
- SEVA J.I., MARTÍNEZ J.S., GÓMEZ M.L., MARTÍNEZ-SUBIELA S., CERÓN J.J. 2007. Niveles de Cortisol en sangre de vacas de lidia. VIII Symposium Nacional del Toro de Lidia. Zafra. Badajoz.