

## **TRABAJO ORIGINAL**

### **VARIACIONES *postmortem* DE MAGNESIO, POTASIO Y FÓSFORO EN EL HUMOR VÍTREO BOVINO**

*Postmortem variations of magnesium, potassium and phosphorus in vitreous humor of cattle*

**MATTIOLI<sup>1,2</sup>, G.A., ROSA<sup>1</sup>, D.E., LASTA<sup>1</sup>, G.,  
TITTARELLI<sup>1</sup>, C.M. Y ROMERO<sup>2</sup>, J.R.**

Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata

#### **RESUMEN**

La concentración de magnesio (Mg) en el humor vítreo (HV) se emplea para el diagnóstico **postmortem** de tetania hipomagnesémica bovina. Sin embargo los informes de su estabilidad **postmortem** son contradictorios. El objetivo del presente trabajo fue registrar las variaciones en las concentraciones de Mg, potasio (K) y fósforo (P) durante 72 horas **postmortem** en el HV de ojos mantenidos a 4, 20 y 30 ° C de temperatura ambiental. Las variaciones se evaluaron por análisis de varianza y las asociaciones por correlación ( $p < 0,05$ ). Las variaciones de Mg tuvieron el mismo comportamiento a 4 y a 20 ° C, aumentando a las 24 hs **postmortem** para luego mantenerse, mientras que a 30 ° C son significativas a las 12 hs. Las variaciones de K son significativas en el mismo tiempo **postmortem** que el Mg, pero continúan aumentando en función del tiempo y la temperatura. El P aumenta más lentamente que el Mg. La correlaciones entre elementos fueron Mg-K: 0,64; Mg-P: 0,70 y K-P: 0,75. Concluimos que demoras de 12 a 24 hs en el muestreo de HV pueden causar errores en la interpretación de su concentración de Mg, y este riesgo podría en parte evaluarse empleando indicadores de autólisis, K específicamente.

**Palabras clave:** humor vítreo, tetania hipomagnesémica, magnesio, bovinos.

#### **SUMMARY**

*The vitreous humor concentration of magnesium have been used in cattle to **postmortem** diagnosis of hypomagnesemic tetany. However the reports of **postmortem** stability are contradictories. The purpose in the present study was to determine the **postmortem** variations of vitreous humor Mg, K and P concentrations during 72 hs in eyes kept at 4, 20 y 30 ° C. Results were evaluated by analysis of variance and associations by correlation ( $p < 0.05$ ). Magnesium variations had the same behaviour at 4 and 20 ° C, increasing at 24 hs **postmortem** to maintain later, while at 30 ° C increased significant at 12 hs. Potassium*

Recibido: 27 de noviembre de 2001

Aceptado: 20 de mayo de 2002

1. Cátedra de Fisiología, Servicio de Nutrición Mineral. E-mail [mattioli@fcv.unlp.edu.ar](mailto:mattioli@fcv.unlp.edu.ar)

2. Centro de Diagnóstico e Investigaciones Veterinarias. E-mail [cedivechas@infovia.com.ar](mailto:cedivechas@infovia.com.ar)

*increased significantly at the same postmortem periods that Mg, but it followed increasing with postmortem periods and temperature. Phosphorus concentrations increased later than Mg. Correlations were Mg-K: 0.64, Mg-P: 0.70 and K-P: 0.75. We concluded that a delay of 12 to 24 hs in vitreous humor sampling may cause an error in the interpretation of Mg concentration, and this risk might be evaluated using autolysis marker, specifically K.*

**Key words:** vitreous humor, hypomagnesemic tetany, magnesium, cattle.

## INTRODUCCIÓN

La tetania hipomagnesémica en bovinos posee generalmente curso agudo y alta mortalidad, siendo común hallar animales muertos sin antecedentes de signos clínicos. El diagnóstico **postmortem** es difícil ya que no provoca cambios evidentes a la necropsia y el plasma se contamina rápidamente con Mg intracelular (Radostits, Gay, Blood y Hinchcliff, 2000). Por ello, varios autores han evaluado el empleo de la concentración de Mg en el HV del cadáver como indicador de la magnesemia **antemortem**, ya sea en casos clínicos o en ensayos con animales de matadero, evaluando en este caso su correlación con los niveles de Mg en el plasma y su estabilidad postmortem (Mc Coy, Hutchinson, Davison, Fitzpatrick, Rice y Kennedy, 2001a; Hanna, Bellamy y Donald, 1990; Lincoln y Lane, 1985; Mc Coy y Kenendy, 1994; Mc Coy, Hudson, Hutchinson, Davison y Kenendy, 2001b; McLaughling y McLaughling, 1987; Ramírez, Tittarelli, Mattioli y Lasta, 1998; Wilkie y Bellamy, 1982; Wittwer, Urcullú, Contreras y Böhmwald, 1992). En ambos aspectos los resultados han sido contradictorios. Algunos autores informan altas correlaciones y recomiendan su empleo (Lincoln y Lane, 1985; Mc Coy y otros, 2001b; McLaughling y McLaughling, 1987; Ramírez y otros, 1998; Wittwer y otros, 1992). Otros investigadores obtienen bajas correlaciones y lo desaconsejan (Hanna y otros, 1990; Mc Coy y Kennedy, 1994; Wilkie y Bellamy, 1982). Con respecto a la estabilidad postmortem de la concentración de Mg los informes son igualmente variables, sin embargo existe acuerdo respecto a la influencia de la temperatura ambiente, debido a que el HV se contaminaría

por procesos de autólisis (McLaughling y McLaughling, 1987). Por esta razón también varían las concentraciones postmortem de K y P, todos ellos cationes presentes en mayor concentración a nivel intracelular (Cingolani y Houssay, 2000).

El empleo de la concentración de Mg en el HV ha servido para diagnosticar casos de tetania hipomagnesémica (Mattioli, Tittarelli, Giuliodori y Costa, 2000). Sin embargo, el haberse hallado valores elevados en casos clínicos típicos, así como las citadas inconsistencias en la bibliografía, motivaron este trabajo que tiene como objetivos conocer las concentraciones de Mg, K y P en el HV bovino al momento de la muerte y sus variaciones durante 72 hs **postmortem**, a baja, moderada y alta temperatura ambiental, evaluando la asociación entre estos parámetros y su influencia en la interpretación del análisis de HV en casos sospechosos de tetania hipomagnesémica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Ciento veinte bovinos, todos ellos hembras adultas de razas productoras de carne, en su mayoría Aberdeen Angus, fueron muestreados en un frigorífico local. Al momento del sacrificio se tomaron por enucleación ambos ojos de cada animal, se identificaron y se transportaron refrigerados al laboratorio. Inmediatamente se tomó HV, por punción de la cámara posterior, de uno de los ojos (hora cero), y el restante se distribuyó en tres grupos (n: 40) de temperatura: 4, 20 ó 30 °C, y se fueron muestreando (n: 10) a las 12, 24, 48 y 72 hs, de modo que cada ojo se muestreó una sola vez. En todas las muestras se analizó la concentra-

ción de Mg por espectrofotometría de absorción atómica (EAA), K por espectrofotometría de emisión de llama y P por colorimetría (GBC Manual; Harris y Popat, 1954).

Las variaciones por tiempo y temperatura se evaluaron por análisis de varianza y las asociaciones entre elementos por análisis de correlación, empleando un nivel de significación del 95%.

## RESULTADOS

En el Cuadro 1 se presentan las concentraciones de Mg, K y P en HV. Las variaciones de concentración con respecto a la hora cero (momento de la muerte), se informan en el Cuadro 2, en función de las variaciones de la temperatura y del tiempo **postmortem**. Estas variaciones se grafican en la Figura 1, expresadas allí como diferencias porcentuales con la hora cero. Las correlaciones (r) entre las variaciones de los tres elementos fueron: Mg-K: 0,64, Mg-P: 0,70 y K-P: 0,75.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los tres elementos analizados aumentan en función del tiempo **postmortem** y de la temperatura ambiental, lo cual coincide con mayores cambios por autólisis.

Las variaciones en la concentración de Mg tuvieron el mismo comportamiento a 4 y a 20 °C, aumentando significativamente a las 24 hs **postmortem** para luego mantenerse (Cuadro 2). Esto es importante debido a que la mayoría de los brotes de tetania hipomagnésica ocurren dentro de este rango de temperatura (Cseh, 1983). Estos resultados contrastan con trabajos previos que informan de valores estables de Mg a 4 °C por 24 hs y a alrededor de 20 °C por 24, 48 y hasta 64 hs (Hanna y otros, 1990; Lincoln y Lane, 1985; McCoy y Kennedy, 1994; McLaughling y McLaughling, 1987; Wittwer y otros, 1992). Las variaciones de Mg a 30 °C son diferentes, se hacen significativas ya a las 12 hs y continúan aumentando hasta las 48, para luego descender recién a las

**CUADRO 1:** Concentraciones de Mg, K y P (promedio  $\pm$  desvío estándar) en humor vítreo bovino distribuidos por temperatura y tiempo **postmortem**.

**Table 1:** Mg, K and P concentrations (mean  $\pm$  standard deviation) in vitreous humor of cattle, grouped by **postmortem** temperature and time.

hs <b>post mortem</b>	4 °C			20 °C			30 °C		
	Mg <sup>1</sup>	K <sup>1</sup>	P <sup>1</sup>	Mg <sup>1</sup>	K <sup>1</sup>	P <sup>1</sup>	Mg <sup>1</sup>	K <sup>1</sup>	P <sup>1</sup>
<b>0</b> (n: 40)	0,88 $\pm$ 0,36	8,13 $\pm$ 0,88	0,65 $\pm$ 0,25	0,83 $\pm$ 0,07	6,34 $\pm$ 1,43	0,42 $\pm$ 0,15	0,83 $\pm$ 0,11	7,03 $\pm$ 1,08	0,43 $\pm$ 0,18
<b>12</b> (n: 10)	0,92 $\pm$ 0,08	8,54 $\pm$ 0,86	0,56 $\pm$ 0,14	0,91 $\pm$ 0,14	7,87 $\pm$ 1,11	0,57 $\pm$ 0,15	0,96 $\pm$ 0,09	16,2 $\pm$ 3,46	1,37 $\pm$ 0,82
<b>24</b> (n: 10)	1,03 $\pm$ 0,14	9,19 $\pm$ 0,65	0,90 $\pm$ 0,18	0,93 $\pm$ 0,13	9,84 $\pm$ 2,39	1,08 $\pm$ 0,24	1,15 $\pm$ 0,13	20,6 $\pm$ 2,03	8,45 $\pm$ 1,44
<b>48</b> (n: 10)	0,94 $\pm$ 0,09	12,5 $\pm$ 1,84	1,18 $\pm$ 0,29	0,96 $\pm$ 0,10	14,6 $\pm$ 3,27	1,26 $\pm$ 0,17	1,25 $\pm$ 0,15	26,0 $\pm$ 2,92	12,62 $\pm$ 4,83
<b>72</b> (n: 10)	0,98 $\pm$ 0,06	15,2 $\pm$ 1,19	1,99 $\pm$ 0,23	0,98 $\pm$ 0,03	20,5 $\pm$ 7,83	2,38 $\pm$ 0,65	0,63 $\pm$ 0,26	33,8 $\pm$ 5,27	8,81 $\pm$ 2,18

<sup>1</sup> valores en mmol/l.

**CUADRO 2:** Variaciones en las concentraciones de Mg, K y P en humor vítreo bovino a diferentes temperaturas y tiempos **postmortem**.<sup>1</sup>

**Table 2:** Variations of Mg, K and P concentrations in vitreous humor of cattle at different **postmortem** temperature and time.

hs post mortem	Mg (mmol/l)			K (mmol/l)			P (mmol/l)		
	4 ° C	20 ° C	30 ° C	4 ° C	20 ° C	30 ° C	4 ° C	20 ° C	30 ° C
<b>12</b> (n: 10)	0,004 ± 0,07aA	0,08 ± 0,08aA	0,21 ± 0,08* aB	-0,30 ± 0,99aA	2,41 ± 1,47aB	9,26 ± 3,09* aC	-0,10 ± 0,24aA	0,20 ± 0,23aA	0,82 ± 0,96aB
<b>24</b> (n: 10)	0,10 ± 0,11* bA	0,11 ± 0,10* aA	0,29 ± 0,14* aB	1,99 ± 0,62* bA	3,43 ± 3,28* aA	13,72 ± 1,73* bB	0,20 ± 0,23bA	0,61 ± 0,24* bA	8,04 ± 1,47* bB
<b>48</b> (n: 10)	0,13 ± 0,04* bA	0,11 ± 0,13* aA	0,45 ± 0,15* bB	4,46 ± 1,80* cA	8,00 ± 4,09* bB	19,30 ± 3,49* cC	0,70 ± 0,29* cA	0,88 ± 0,24* bA	13,55 ± 2,80* cB
<b>72</b> (n: 10)	0,12 ± 0,08* bA	0,14 ± 0,05* aA	-0,23 ± 0,20* cB	6,80 ± 1,21* dA	15,25 ± 4,42* cB	25,95 ± 5,51* dC	1,17 ± 0,41* dA	1,90 ± 0,61* cA	8,37 ± 2,38* bB

<sup>1</sup> cada valor corresponde a 10 animales.

\* Diferencia significativa con hora cero (p<0,05).

abcd: letras diferentes dentro de la columna indican diferencias significativas (p<0,05)

ABCD: letras diferentes dentro de la fila y por elemento indican diferencias significativas (p<0,05).

72 hs (Cuadro 2). Estas variaciones coinciden con lo informado por McLaughling y McLaughling (1987), aunque estos autores informan el descenso a las 48 hs **postmortem**, mientras que para McCoy y otros (2001b) ocurre a las 72 hs y sugieren que es debido a desarrollo bacteriano.

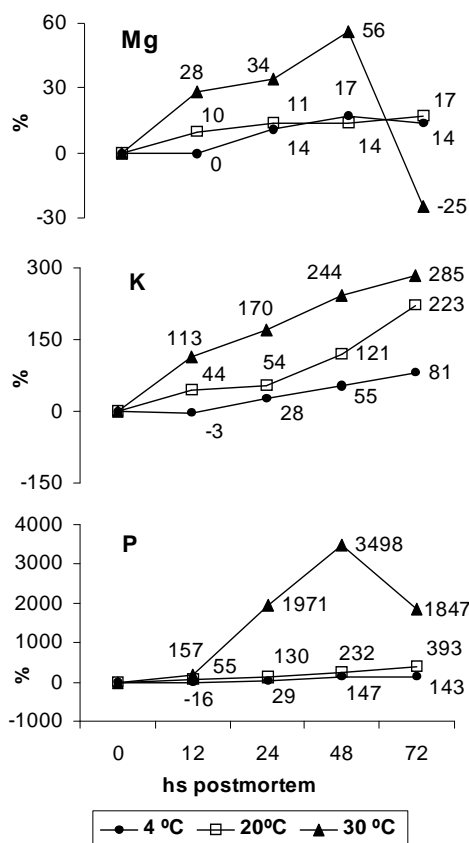
Estas variaciones de Mg en función de la temperatura deben ser tenidas en cuenta en el diagnóstico de hipomagnesemia. McCoy y otros (2001a) sugieren realizar el diagnóstico con concentraciones de Mg en HV menores de 0,55 mmol/l. Sin embargo, un retraso de 24 hs en la toma de la muestra puede elevar del 11 al 14% esta concentración, llevando este valor umbral por encima de 0,61 mmol/l. La posibilidad de error aumenta si la temperatura superó los 20 °C.

Las variaciones en las concentraciones de K poseen dos aspectos a resaltar. Por un lado, aumentan significativamente en el mismo tiempo **postmortem** que el Mg: a las 12 hs a 30 °C y a las 24 hs a 4 y a 20 °C. A esta temperatura, el aumento de K del 113% a las 12 hs coincide con el 108% informado por McLaughling y McLaughling (1987), quienes en cambio informan a las 24 hs 60 y 108% de

aumento de K a 4 y a 20 °C respectivamente, valores que duplican los obtenidos en este ensayo (Figura 1). El aumento de K hallado a las 24 hs a 20 °C (54%) coincide con el 55% informado por McCoy y Kennedy (1994) y el 57% de Wittwer y otros (1992). Lo expuesto sugiere la posibilidad de emplear la variación de K como indicador de aumentos de Mg por autólisis.

Por otra parte, y a diferencia de la variación de Mg, el K continúa aumentando en función del tiempo **postmortem** y ese incremento es diferente para cada temperatura (Cuadro 2). Tal vez por ello, la correlación K-Mg sea sólo de 0,65. Este comportamiento posibilita su empleo como estimativo del momento de la muerte, conociendo la temperatura a la que estuvo expuesto el cadáver.

Las variaciones de P acompañaron a aquellas de Mg, con mayor correlación que el K y sin diferencias entre 4 y 20 °C, pero aumentaron más lentamente, haciéndose significativas recién a las 24 hs a 20 y a 30 °C y a las 48 hs a 4 °C, lo cual le quita valor como indicador de autólisis. Estos resultados contrastan con los de la literatura, especialmente con aquellos de McLaughling y McLaughling (1987), quienes



**FIGURA 1:** Variación porcentual de Mg, K y P en humor vítreo bovino a 4, 20 y 30 °C.

**Figure 1:** Percent variation of Mg, K and P in vitreous humor at 4, 20 and 30 °C.

observan aumentos significativos a las 6 hs **postmortem** a 20 y a 30 °C y a las 12 hs a 4 °C. Nuestros resultados coinciden con aquellos de Wittwer y otros (1992) obteniendo un aumento significativo de P (56%) en 24 hs a 20 °C. Este comportamiento hace del P un indicador menos efectivo del tiempo **postmortem**.

Concluimos que en las condiciones de este ensayo la concentración de Mg en el HV puede verse fácilmente afectada si se demora la toma de la muestra y que este riesgo podría evaluarse analizando indicadores de autólisis, especialmente los cambios en las concentracio-

nes de K. Consideramos finalmente que esta información puede mejorar la interpretación de los resultados del empleo del HV en casos de campo sospechosos de tetania hipomagnésica, contando con la información del tiempo de muerte y de la temperatura ambiente.

## BIBLIOGRAFÍA

- CINGOLANI, H.E. y HOUSSAY, A.B. 2000. Fisiología Humana de Houssay. Buenos Aires, Argentina. El Ateneo. 7ª Ed. pp: 476-498.
- CSEH, S. 1983. Hipomagnesemia. Revisión bibliográfica. Rev.Arg.Prod.Anim. 3 (4): 310-344.
- GBC. 902/903 Atomic Absorption Spectrophotometer Operations and Methods Manuals. Australia. 50 p.
- HANNA, P.E., BELLAMY, J.E.C. y DONALD, A. 1990. Postmortem eye fluid analysis in dogs, cats and cattle as an estimate of antemortem serum chemistry profiles. Can J. Vet. Res.; 54: 487-494.
- HARRIS, W.D. y POPAT, P. 1954. Determination of the phosphorus content of lipids. Amer. Oil Chem. Soc. J., 31:124.
- LINCOLN, S.D. y LANE, V.M. 1985. **Postmortem** magnesium concentration in bovine vitreous humor: Comparison with antemortem serum concentration. Am. J. Vet. Res. 46 (1): 160-162.
- MATTIOLI, G.A., TITTARELLI, C.M., GIULIODORI, M.J. y COSTA, E.F. 2000. Valor diagnóstico del magnesio en el humor vítreo en 5 establecimientos con brotes de tetania hipomagnésica. Analacta Veterinaria. 2 (2): 39-41.
- Mc COY, M.A. y KENENDY, D.G. 1994. Evaluation of **postmortem** magnesium concentration in bovine eye as a diagnostic aid for hypomagnesemic tetany. Vet. Rec. 135: 188-189.
- , HUTCHINSON, T., DAVISON, G., FITSPATRICK, D.A., RICE, D.A. y KENENDY, D.G. 2001a. **Postmortem** biochemical markers of experimentally induced hypomagnesemic tetany in cattle. Vet. Rec. 148: 268-273.
- , HUDSON, A.J., HUTCHINSON, T., DAVISON, G. y KENENDY, D.G. 2001b. Postsampling stability of eye fluid magnesium concentrations in cattle. Vet. Rec. 148: 312-313.
- McLAUGHLING, P.S. y McLAUGHLING, B.G. 1987.

- Chemical analysis of bovine and porcine vitreous humors: correlation of normal values with serum chemical values and changes with time and temperature. *Am. J. Vet. Res.* 48 (3): 467-466.
- RADOSTITS, O.M., GAY, C.C., BLOOD, D.C. y HINCHCLIFF, F.W. 2000. *Veterinary Medicine*. London, 9<sup>th</sup> edn. W.B. Saunders. pp 1442-1450.
- RAMÍREZ, C.E., TITTARELLI, C.M., MATTIOLI, G.A. y LASTA, G.E. 1998. Empleo del humor vítreo para la estimación **postmortem** de la magnesemia en bovinos. *Arch. Med. Vet.* 30(1): 157-160
- WILKIE, I.W. y BELLAMY, J.E.C. 1982. Estimation of antemortem serum electrolytes and urea concentrations from vitreous humor collected **postmortem**. *Can. J. Comp. Med.* 46: 146-149.
- WITWER, F., URCULLÚ, F., CONTRERAS, P.A. y BÖHMWALD, T.M. 1992. Concentraciones **postmortem** de minerales, urea y creatinina en humor acuoso y vítreo en vacas como indicadores de sus concentraciones sanguíneas **premortem**. *Arch. Med. Vet.* 24 (1): 61-68.