

Alteracions del Magnesi en cavalls amb còlic



Nom de l'autora: Marta Vadillo i Corcos

Nom del tutor: Eduard José Cunilleras

Memòria del TFG del grau de Veterinària

Febrer del 2023

Treball Experimental

Taula de Continguts

1.	Objectius	3
2.	Introducció.....	3
3.	Materials i Mètodes	5
3.1	Animals	6
3.2	Mostra.....	6
3.3	Anàlisi.....	6
4.	Resultats.....	7
4.1	Utilitat de la suplementació intravenosa amb Magnesi	7
4.2	Prevalença d'Hipomagnesèmia en Còlics Mèdics i Quirúrgics	8
4.3	Prevalença d'Hipomagnesèmia en diferents tipus de còlic	9
5.	Discussió	10
5.1	Supervivència:.....	10
5.2	Dies d'hospitalització	11
5.3	Prevalença d'hipomagnesèmia.....	12
6.	Conclusions.....	13
7.	Agraïments.....	13
8.	Bibliografia.....	13

1. Objectius

Els objectius d'aquest estudi són:

1. Analitzar la utilitat de la suplementació amb Magnesi via intravenosa en cavalls hipomagnesèmics que presenten trastorns gastrointestinals, mitjançant la supervivència i els dies d'hospitalització.
2. Analitzar la prevalença de hipomagnesèmia en còlics quirúrgics i còlics mèdics.
3. Analitzar si la hipomagnesèmia és més prevalent en algun tipus de còlic en particular.

2. Introducció

El Magnesi (Mg) és un macroelement essencial implicat en un gran nombre de processos fisiològics cel·lulars. Actua com a cofactor en més de 600 reaccions enzimàtiques relacionades amb el metabolisme intermediari de carbohidrats, grasses, proteïnes i àcids nucleics. A més, està implicat en la regulació del funcionament de la membrana cel·lular, en la funció nerviosa, la contracció muscular i la proliferació cel·lular (Reed, Bayly and Sellon, 2018). De fet, l'ATP, sense Mg no podria dispensar energia a la cèl·lula.

En cavalls la quantitat de Mg a l'organisme representa el 0'05% del pes corporal. La major part del Mg està contingut al compartiment intracel·lular on és el segon catió més abundant després del potassi. Les cèl·lules amb més activitat metabòlica, com les cèl·lules musculars i òssies, presenten una quantitat de Mg superior. Únicament el 1-2% del Mg corporal forma part del fluid extracel·lular. Al sèrum es presenta en tres formes diferents: lligat a proteïnes, lligat a ions orgànics i lliure en forma de catió com a magnesi iònic (iMg^{+2}). La quantitat de proteïnes i/o àcids orgànics varia significativament davant de diferents patologies, a més el magnesi iònic (iMg) és considerada la fracció biològicament activa i per tant és preferible considerar directament iMg en comptes del magnesi total (tMg) (Altura and Altura, 1996; Humphrey, Kirby and Rudolf, 2015 i Stewart, 2011).

El rang sèric fisiològic de tMg és de 1,4 a 2,2 mg/dL i pel iMg de 0,9 a 1,5 mg/dL (Berlin and Aroch, 2009 i Reed, Bayly and Sellon, 2018).

La digestibilitat del Mg en la dieta varia entre un 30-50% depenent de la font de Mg, de l'activitat i l'edat del cavall. Els aliments que contenen una digestibilitat superior són l'alfals i el fenc d'alfals (Reed, Bayly and Sellon, 2018).

La concentració plasmàtica depèn de l'absorció gastrointestinal, de la excreció renal i de l'intercanvi que es produeix amb el reservori ossi (Humphrey, Kirby and Rudolf, 2015). L'absorció es dona majoritàriament a l'intestí prim (Reed, Bayly and Sellon, 2018 i Stewart, 2011).

La regulació extracel·lular del Mg no ve determinada per un sistema específic, com en el cas del Calci. Aquesta regulació es fa fonamentalment a través de la excreció o reabsorció

renal. La hormona paratiroide (PTH), el factor de creixement epitelial (DCG), la hormona antidiürètica, la insulina, el glucagó, l'aldosterona i els agonistes β -adrenèrgics augmenten la reabsorció renal de Mg. Mentre que altres factors com la hipercalcèmia, hipermagnesèmia, hipokalèmia, hipofosfatèmia, i l'acidosi metabòlica augmenten l'excreció renal (Stewart, 2011; Humphrey, Kirby and Rudolf, 2015; Reed, Bayly and Sellon, 2018). Tot i que el sistema renal és el principal encarregat de mantenir la homeòstasi del Mg, existeix un component intracel·lular present en algunes cèl·lules de l'organisme. Quan el receptor cel·lular de membrana (Calcium and Magnesium Sensing Seceptor) CASR detecta nivells extracel·lulars baixos es desencadena una resposta cel·lular que resulta en una alliberació de Mg dels orgànuls citoplasmàtics. Després s'excreta cap al medi extracel·lular a través de bombes $\text{Na}^{2+}/\text{Mg}^{+2}$ i d'un canal anomenat (Transient Receptor Potential Melastatin) TRPM7. Hi ha algunes cèl·lules de l'organisme, com les cèl·lules intestinals i renals que a més disposen d'un canal TRPM6 localitzat a la base apical, capaç de captar Mg del lumen i fer-ho entrar a la cèl·lula (Thakker, 2012; Humphrey, Kirby and Rudolf, 2015).

El sistema ossi també pot ajudar a restablir desequilibris electrolítics de Mg ja que conté el 60% del Mg de l'organisme. Encara que només el 30% està disponible per compensar possibles canvis en la homeòstasi. La PTH estimula els osteòcits provocant una resorció del teixit ossi i per tant una alliberació de iMg, entre altres ions, al torrent sanguini (Humphrey, Kirby and Rudolf, 2015; Stewart, 2011).

Els canvis en la homeòstasi del Mg han estat correlacionats reiteradament amb un augment en la mortalitat i la morbiditat dels pacients tant en medicina humana com en medicina veterinària (Soliman et al 2003, Humphrey, Kirby and Rudolf, 2015; Stewart, 2011). La suplementació amb Mg a les persones que presenten hipomagnesèmia és un tractament consolidat. En medicina veterinària es una pràctica que s'està començant a incorporar recentment. En clínica equina l'administració intravenosa de Mg en forma de Sulfat de Magnesi (MgSO_4), no és gaire freqüent però ha estat descrit el seu ús per tractar la hipomagnesèmia, arrítmies, alteracions neurològiques (Sheldon et al, 2019), alteracions electrolítiques de calci i com a calmant (Schumacher et al, 2021).

La hipomagnesèmia pot estar causada per diferents factors. Pot ser deguda a una falta d'ingesta de Mg per una dieta pobre en Mg o insuficient. És possible que l'absorció es redueixi per trastorns gastrointestinals com diarrees, malabsorció o resecció intestinal. També pot ser que hi hagi una redistribució entre els espais que el contenen. Finalment, l'excreció es pot veure augmentada per malaltia renal, administració de diürètics com la furosemida o la gentamicina, per hipocalcèmia, gestació, lactació i exercici intens. La hipomagnesèmia crònica està associada a anorèxia i malalties intestinals o renals cròniques. En canvi l'aguda ha estat associada a processos més diversos com sepsis, endotoxèmia, malalties gastrointestinals i renals, disfuncions endocrines, alteracions de l'equilibri àcid-base i lisis cel·lular. (Reed, Bayly and Sellon, 2018; Humphrey, Kirby and Rudolf, 2015; Stewart, 2011)

Els signes clínics de la hipomagnesèmia inclouen debilitat, fasciculacions musculars, arrítmies ventriculars, convulsions, atàxia i coma (Reed, Bayly and Sellon, 2018, Sanmartí

et al, 2022; Johansson et al 2003). Tot i que els signes clínics més evidents siguin poc reportats (Stewart, 2011) hi ha nombrosos estudis que demostren que existeix una relació entre la hipomagnesèmia i problemes gastrointestinals en cavalls. Un estudi va demostrar que el 54% dels cavalls operats per còlic patien hipomagnesèmia (iMg) a l'analítica preoperatòria. El mateix estudi va comprovar que els animals eutanasiats a quiròfan, tenien nivells sèrics d'iMg significativament menors que aquells que sobreviuen (Garcia-Lopez et al, 2001). El departament de Medicina Interna de la Universitat Autònoma de Barcelona va demostrar que els còlics de tipus inflamatori, isquèmic i obstructiu tenien nivells d'iMg significativament menors respecte un grup control que no patia trastorns gastrointestinals (Sanmartí et al, 2022). Un altre estudi va detectar que el 48% dels cavalls hospitalitzats patia d'hipomagnesèmia (tMg), i d'aquests la patologia més freqüent era còlic (Johansson et al 2003).

Els còlics són un dels problemes més comuns en medicina equina. No són una patologia concreta sinó que el terme fa referència a dolor d'origen abdominal. És per això que els còlics poden afectar a diversos òrgans i ser causats per etiologies diferents. Per poder entendre millor el paper de la hipomagnesèmia en els còlics hi ha autors que els han classificat arribant a resultats diferents. En un estudi es va comprovar que els cavalls amb lesions isquèmiques tenen concentracions sèriques d'iMg preoperatòries menors que els que no en tenen. En aquest mateix estudi també es va veure que els animals que desenvolupaven ili paralític mantenien concentracions menors d'iMg. (Garcia-Lopez et al, 2001). Un altre estudi va detectar una prevalença d'hipomagnesèmia del 48% en animals amb processos gastrointestinals obstructius, mentre que en processos isquèmics va resultar ser d'un 30%. (Sanmartí et al , 2022) En un altre estudi es va comprovar que el 78% dels cavalls amb enterocolitis presentava hipomagnesèmia (Toribio et al 2021).

En aquest estudi es pretén valorar l'efecte de suplementar amb Mg els cavalls ingressats per còlic a la Unitat Equina de la Fundació Hospital Veterinari UAB (UE-HCV UAB) que presenten hipomagnesèmia. També es volen analitzar les prevalences d'hipomagnesèmia pels diferents tipus de còlic.

3. Materials i Mètodes

Aquest treball forma part d'un estudi encara en curs realitzat pel departament de Medicina Interna de la UE-HCV UAB. És la continuació d'un estudi previ publicat l'any 2022, realitzat per la mateixa entitat. Es va demostrar una predisposició a la hipomagnesèmia en cavalls que patien processos gastrointestinals i una prevalença diferent segons el tipus de còlic.

3.1 Animals

Han estat inclosos a l'estudi els animals referits per presentar processos gastrointestinals a la UE-HCV UAB de Barcelona des de l'1 de Desembre del 2021 fins al 10 de Novembre de 2022. Han participat un total de 100 casos. S'han descartat els animals que no van sobreviure per limitacions econòmiques en el tractament.

Els cavalls amb processos gastrointestinals s'han classificat en tres grup segons si presentaven deficiència de iMg i si han rebut tractament: El grup 0 no ha presentat deficiència d'hipomagnesèmia en cap moment de la hospitalització; el grup 1 conté els cavalls que han patit hipomagnesèmia però no han estat suplementats; el grup dos correspon als cavalls que han estat suplementats amb Mg per presentar hipomagnesèmia. L'assignació dels pacients hipomagnèsemics entre el grup amb tractament o sense s'ha realitzat de manera aleatòria.

A més s'ha realitzat una segona classificació atenent al tipus de procés gastrointestinal presentat: (Obs) Procés Obstructiu, (Inf) Procés Inflamatori, (Isq) Procés Isquèmic, (Alt) Altres causes.

Per avaluar els resultats s'han pres com a factors indicatius la supervivència i el número de dies d'hospitalització.

3.2 Mostra

Les mostres sanguínies han estat recollides periòdicament en tubs d'heparina de liti i processades immediatament.

La compensació de fluids amb Mg s'ha realitzat amb el producte Sulmetin (MgSO₄) a dosis de 150 mg/mL. La quantitat de Mg afegida s'ha ajustat a la velocitat dels fluids (Suero Fisiològic al 0,9% o Ringer Lactat) per no sobrepassar el límit de la dosi considerada segura, 100mg/kg de MgSO₄ per hora. (Stewart, 2011 i Schumacher et al 2020) Una vegada restaurats els valors de normalitat la dosi de suplementació s'ha reduït a la meitat.

Les mostres han estat processades amb la màquina d'anàlisi d'electròlits Stat Profile Prime Plus Vet Analyzer, Nova Biomedical, Waltham, MA, USA.

3.3 Anàlisi

Els anàlisis estadístics s'han dut a terme mitjançant el programa R-Studio. S'han realitzat dos tipus de test per comprovar la significació estadística dels resultats obtinguts. Per avaluar variables categòriques s'ha realitzat el test exacte de Fischer o el Test de Chi Quadrat.

Per comprovar la relació entre variables categòriques i numèriques s'han utilitzat el test ANOVA i el test Kruskal Wallis. Si la variable numèrica seguia una distribució normal i les variàncies entre els grups eren homogènies s'ha realitzat un test paramètric d'ANOVA. En el cas de la variable Dies d'Hospitalització, no segueix una distribució normal i s'ha analitzat amb el test no paramètric de Kruskal Wallis.

El nivell de confiança emprat en tots els anàlisis ha estat del 95%.

4. Resultats

S'han inclòs a l'estudi un total de 100 cavalls adults de diferents races. La distribució per sexes de la mostra ha estat 34 femelles (34%), 53 mascles castrats (53%) i 13 mascles enters (13%).

En total han participat 27 cavalls Pura Raça Espanyols, 18 cavalls de races Nord Europees de sang calenta, 11 Cavalls d'Esport Espanyols, 10 cavalls creuats, 7 ponies, i 27 cavalls d'altres races (Frisó, Pura Sang Anglesa, Pura Raça Àrab, Apaloosa, Belgues, Polo Argentino...)

El rang d'edats de la mostra oscil·la entre 6 mesos i 40 anys, sent 13 anys mitjana d'edat.

4.1 Utilitat de la suplementació intravenosa amb Magnesi

Els cavalls referits per presentar trastorns gastrointestinals a l'UE de l'HCV UAB han estat classificats en tres grups. El grup 0 està compost pels cavalls que no presenten deficiència d'iMg, n=69. El grup 1 conté cavalls que al llarg de la hospitalització han patit una deficiència d'iMg però no han estat tractats, n=24. El grup 2 inclou els cavalls que han estat suplementats amb fluids compensats amb Sulfat de Magnesi per presentar deficiència d'iMg en alguna etapa de l'Hospitalització, n=7. Cal remarcar que l'assignació de cavalls entre els grup 1 i 2 s'ha realitzat de manera aleatòria excepte en un període comprès entre els mesos de juliol i agost on per problemes de falta de subministrament no es disposava de Sulfat de Magnesi.

Per valorar la utilitat del tractament s'han utilitzat com a indicadors la supervivència i la mediana dels dies d'hospitalització. Els resultats obtinguts es resumeixen a la taula 1.

Per valorar la significació estadística de la supervivència s'ha realitzat un test de Chi Quadrat.

Taula 1: Supervivència i Mediana de dies d'Hospitalització segons els grups d'estudi. Grup 0: Cavalls normomagnesèmics, grup 1: cavalls hipomagnesèmics no tractats, grup 3: cavalls hipomagnesèmics tractats amb sulfat de magnesi.

Grup Estudi	0	1	2	Total	Significació Estadística
Supervivència (n)	62	21	7	90	No (p=0,62)
Supervivència (%)	89,9%	87,5%	100%	90%	
Mediana de Dies d'Hospitalització	5	8	6	5	Sí (p=0,01)
Desvest	3,43	5,89	3,35	4,31	

Per calcular la mediana de dies d'hospitalització s'han extret els cavalls que van ser eutanasiats per raons humanitàries o econòmiques. Han participat un total de 90 cavalls distribuïts: Grup 0: n=62, Grup 1:n=21 i Grup 2:n=7. La variable dies d'hospitalització no segueix una distribució normal i les variàncies entre els grups no són homogènies per tant no podem analitzar-la amb un ANOVA. S'ha fet servir un test no paramètric de Kruskal Wallis per poder analitzar les diferències entre els grups. S'ha demostrat que les diferències són significatives estadísticament.

Per analitzar amb més profunditat la relació entre la supervivència i el dèficit d'iMg s'ha fet una mitjana de les mesures (iMg) dels animals que van sobreviure i dels que no. Els valors mitjos d'iMg segueixen una distribució normal (Test Kolmogorov Smirnov) i les variàncies entre ambdós grups (Test de Levenne) són iguals. El test utilitzat per avaluar la relació ha estat un ANOVA d'un factor. S'ha demostrat que el promig d'iMg no és diferent entre el grup d'animals que han sobreviscut i els que no (Figura 1)($p=0'28$).

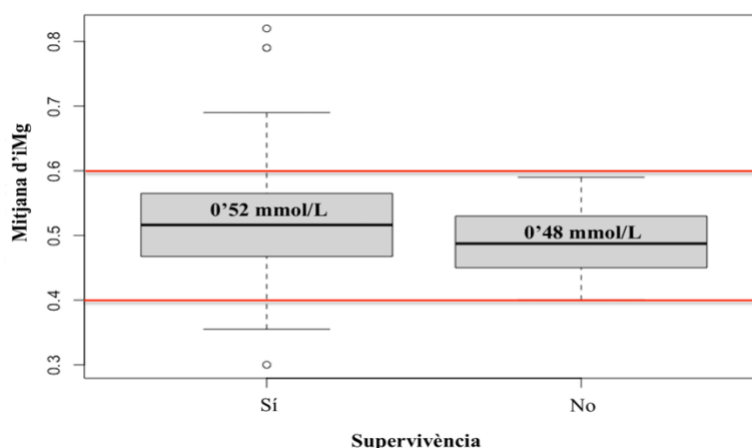


Figura 1: Distribució de la concentració plasmàtica d'iMg en relació a la supervivència.

Respecte les diferències trobades en la mediana de dies d'hospitalització són inherents al grup 0 i 1. No s'han trobat diferències significatives entre els grups 1 i 2, és a dir entre animals hipomagnesèmics suplementats amb Sulfat de Magnesi i els no suplementats. S'ha realitzat una segona classificació dels pacients atenent a la etiologia del còlic i s'ha demostrat que la mediana dels dies d'hospitalització també era diferent entre les categories ($p= 2.22 \cdot 10^{-7}$) els resultats es resumeixen a la Taula 2.

Taula 2: Mediana de dies d'hospitalització segons la etiologia del còlic i els grups d'estudi.

Etiologia del Còlic	Obstructius	Inflamatoris	Isquèmics	Altres
Grup 0: Normomagnesèmics	4	9	11	4,75
Grup 1: Hipomagnesèmics sense tractament	4		12,5	
Grup 2: Hipomagnesèmics amb Sulfat de Magnesi	6		7,7	

4.2 Prevalença d'Hipomagnesèmia en Còlics Mèdics i Còlics Quirúrgics

Els casos s'han classificat segons si el còlic s'ha resolt de manera quirúrgica o mèdica. S'ha realitzat un Test de Chi Quadrat per avaluar si les diferències observades eren estadísticament significatives.

Per calcular la mitjana de la concentració plasmàtica no s'han considerat els animals del grup 2 per tal de no alterar els resultats. Per avaluar la significació estadística s'ha realitzat un ANOVA després de comprovar que la concentració d'iMg seguia una distribució normal i les variàncies entre els grups eren iguals (Test de Kolmogorov Smirnov i Test de Levenne respectivament).

Taula 3: Prevalença d'hipomagnesèmia i concentració d'iMg en còlics quirúrgics i mèdics.
(iMg)=mmol/L

	CM n=68	CX n=35	Total	Significació Estadística
Deficiència iMg (n)	16	19	35	Si (p=0'0061)
Deficiència iMg (%)	23%	54,29%	33'98%	
Mitjana (iMg)	0,533	0,478	0,515	Si (p=0'0145)
Min	0,300	0,380	0,300	
Max	0,820	0'620	0,820	
Desvest	0,098	0,065	0,092	

En aquest estudi s'ha demostrat que els còlics quirúrgics tenen més tendència a la hipomagnesèmia que els còlics mèdics. A més, la mitjana de la concentració plasmàtica d'iMg és significativament inferior en el cas dels còlics quirúrgics.

4.3 Prevalença d'Hipomagnesèmia en diferents tipus de còlic

Els cavalls amb còlic s'han classificat en 4 grups atenent a la etiologia. Cavalls amb trastorns obstructius, els còlics inflamatoris, cavalls amb processos isquèmics i còlics d'etiologies diferents a les mencionades.

Els resultats de l'estudi es resumeixen a la Taula 4. Existeix una diferència significativa des del punt de vista estadístic i clínic en la prevalença hipomagnesèmia per als diferents tipus de còlic. Sent més prevalent en còlics isquèmics.

En referència a la mitjana de la concentració de iMg plasmàtica, s'han extret d'aquest anàlisi els cavalls tractats amb suplementació de Mg per tal de no alterar els resultats. No s'ha pogut concloure que hi hagi diferències significatives clíniques ni estadístiques (p=0'07). (Figura 2)

Per valorar si existeixen diferències significatives s'ha utilitzat el test paramètric ANOVA d'un factor. Abans, s'ha comprovat que la variable numèrica "Mitjana iMg" seguia una distribució normal i que les variàncies entre els grups eren iguals. Els test utilitzats han estat el de Kolmogorov Smirnov i el Test de Levene respectivament.

Taula 4: Prevalença i concentració d'iMg en còlics de diferents etiologies. (iMg)=mmol/L

Tipus	Obs n=64	Inf n=4	Isq n=23	Alt n=4	nT=96
Deficiència iMg (n)	15	0	13	0	28
Deficiència iMg (%)	23,44%	0%	56,53%	0%	29,47%
Mitjana (iMg)	0,530	0,533	0,472	0,517	0,517
Max	0,820	0,570	0,610	0,550	0,820
Min	0,300	0,506	0,350	0,420	0,300
Desv Estàndard	0,099	0,029	0,069	0,064	0,092

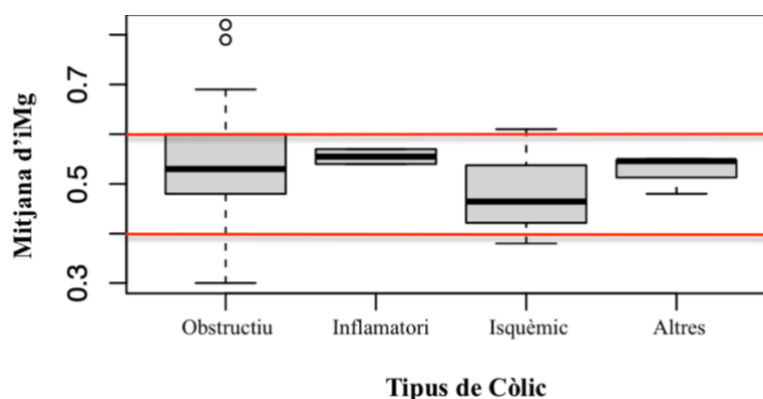


Figura 2: Distribució de la concentració plasmàtica d'iMg en còlics de diferents etiologies. Mitjana d' iMg =mmol/L

5. Discussió

Els resultats principals d'aquest estudi han estat: (1) Els cavalls que han patit hipomagnesèmia al llarg de la hospitalització presenten períodes d'hospitalització més llargs, (2) els còlics quirúrgics tenen més tendència a patir hipomagnesèmia, (3) els còlics de tipus isquèmic tenen una prevalença d'hipomagnesèmia superior a altres tipus de còlic.

5.1 Supervivència:

Pel que fa la supervivència en aquest estudi no s'ha vist que hi hagi una diferència significativa entre els grups. No obstant el percentatge de supervivència dels animals que no presenten hipomagnesèmia és superior (89,9%) respecte als que han patit hipomagnesèmia en alguna etapa de l'hospitalització i no han estat tractats (87,5%). La falta de significació estadística és degut, probablement, a una gran diferència en la mida mostral de cada grup. Per resoldre aquest inconvenient caldria continuar l'estudi per poder incloure més casos.

En aquest aspecte s'han obtingut els mateixos resultats que en estudis anteriors, on tampoc van trobar relació entre la deficiència de iMg i la supervivència (Garcia-Lopez et al, 2021 i Sanmartí et al, 2022). En contraposició a un estudi que considerava la tMg en comptes de iMg on es va detectar una major predisposició a sobreviure en animals hipomagnèsemics (Johansson et al, 2003). Les discrepàncies amb aquest últim estudi es deuen, probablement, a que el tMg no es correlaciona de forma apropiada amb el iMg (Reed, Bayly and Sellon, 2018). Especialment quan es donen situacions concomitants com la acidosis metabòlica o alteracions en la concentració plasmàtica de proteïnes com l'albumina o les globulines (Garcia-Lopez et al, 2001).

En medicina humana la hipomagnesèmia ha estat relacionada, en varies ocasions, amb la supervivència. Alguns autors postulen que podria ser un indicador independent de la supervivència, ja que els pacients amb hipomagnesèmia presenten ratis de mortalitat significativament superiors (Humphrey, Kirby and Rudolf, 2015 i Soliman et al 2003).

5.2 Dies d'hospitalització

Hem detectat diferències significatives entre el Grup 0 i 1 però no entre el grup 1 i 2. Esperàvem trobar una diferència en els dies d'hospitalització al suplementar amb Sulfat de Mg els animals deficients. De nou, la falta de significació estadística podria atribuir-se a la diferència en la mida mostral entre els grups.

El magnesi té propietats antioxidants que protegeixen les cèl·lules de l'organisme vers a radicals lliures que s'alliberen durant un procés d'inflamació o necrosi (Humphrey, Kirby and Rudolf, 2015). No disposar d'un nivell de Mg adient per protegir les cèl·lules d'un estrès oxidatiu sever podria dificultar la recuperació dels cavalls comportant un augment dels dies d'hospitalització.

També es possible que les diferències en la durada de l'hospitalització siguin causades per el tipus de còlic que presenten i no directament i/o exclusivament per la deficiència de Mg. Si analitzem la durada de dies d'hospitalització segons el tipus de còlic també veiem diferències (figura 3) i aquestes resulten significatives estadísticament $p = 2.22 \cdot 10^{-7}$.

Considerant els dies d'hospitalització dels pacients per separat atenent a la etiologia del còlic veiem que els valors de la mediana canvien segons el grup d'estudi (Figura 3). En el cas de còlics isquèmics el grup de pacients hipomagnesèmics tractats amb Sulfat de Magnesi presenta una mediana de dies d'hospitalització inferior. Aquest fet podria suggerir que el tractament amb Sulfat de Magnesi en còlics isquèmics podria ajudar a escurçar la durada de l'hospitalització.

En el cas de còlics obstructius el tractament sembla no tenir l'efecte esperat.

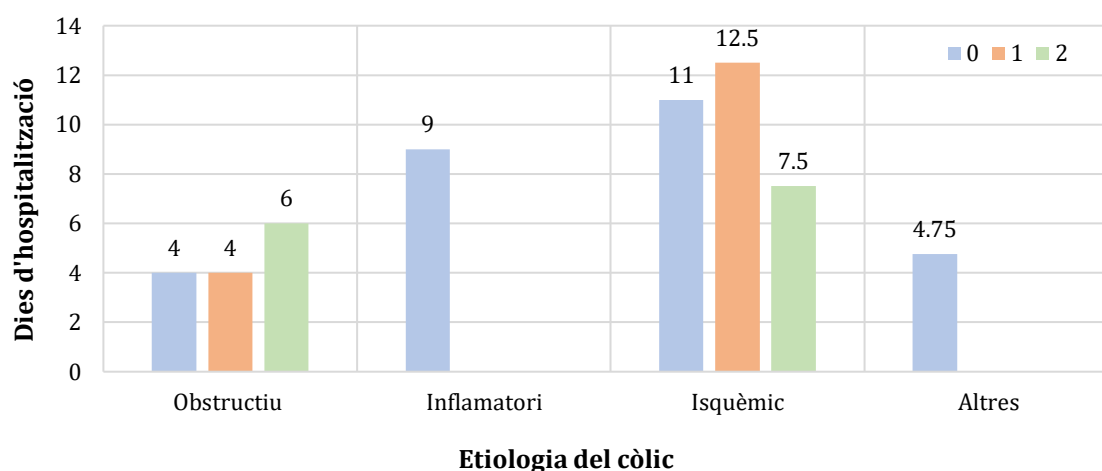


Figura 3: Mediana de dies d'hospitalització en relació a la etiologia dels còlics i al grup d'estudi. Grup 0: Animals normomagnesèmics, grup 1: animals hipomagnesèmics sense tractament i grup 3: animals hipomagnesèmics amb Sulfat de Magnesi.

Una de les complicacions més comunes en post-operatoris de còlics és l'ili paralític. Es tracta d'una condició en la que el budell prim es manté immòbil i conseqüentment s'acumula reflux gàstric a l'estómac. Els animals no poden menjar i han de romandre sondats. La motilitat del budell prim està controlada per la musculatura llisa, per contraure's les fibres musculars necessiten calci. Així com la hipomagnesèmia és una alteració comuna en casos de còlics la hipocalcèmia també ho és (Sanmartí et al, 2022). La suplementació de fluids amb calci és un tractament consolidat a la medicina equina. S'administra entre d'altres raons per intentar restablir la homeòstasi del calci i minimitzar les possibilitats de desenvolupar un ili paralític. En humans s'ha demostrat que la hipomagnesèmia induïda produeix resistència renal a la PTH, hormona que

indueix a la reabsorció de ions de calci i Mg al glomèrul renal i als ossos (Toribio et al, 2001). Els pacients amb hipomagnesèmia i hipocalcèmia no restableixen els valors de normalitat de calci, malgrat estiguin sent suplementats amb el mateix, fins que els nivells de Mg tornen a la normalitat (Reed, Bayly and Sellon, 2018). Aquest fet podria explicar que els pacients del grup 1, amb hipomagnesèmia presentin períodes d'hospitalització més llargs.

5.3 Prevalença d'hipomagnesèmia

En l'estudi vigent s'ha detectat una prevalença major hipomagnesèmia en cavalls amb lesions isquèmiques (56%) i en còlics de resolució quirúrgica (54%). Aquests resultats concorden amb els d'un estudi anterior on també es va reportar una incidència d'hipomagnesèmia d'un 54% en còlics quirúrgics isquèmics (Garcia-Lopez et al, 2001).

La inflamació present a la paret intestinal de cavalls amb lesions isquèmiques predisposa a una translocació bacteriana i absorció d'endotoxines des del lumen intestinal. Un augment de la concentració plasmàtica d'endotoxines i un augment dels mediadors pro-inflamatoris pot suprimir la secreció de PTH indirectament, disminuint la quantitat de Mg al sèrum (Garcia-Lopez et al, 2001). Els còlics isquèmics acostumen a requerir resolució quirúrgica i la intervenció comporta encara més inflamació. La reintroducció a la dieta també és més lenta en els còlics quirúrgics i conseqüentment l'aportació de Mg es veu limitada durant més temps. Aquest conjunt de situacions que es donen en còlics isquèmics i quirúrgics expliquen que hi hagi una prevalença d'hipomagnesèmia superior en ambdós casos.

Els animals amb còlics de resolució quirúrgica tenen més alteracions electrolítiques que la resta perquè la viabilitat de les cèl·lules acostuma a estar més compromesa. En còlics on la resolució es duu a terme mitjançant mètodes quirúrgics l'animal es troba en un estat més crític i les alteracions electrolítiques són més comuns.

Un estudi previ realitzat al mateix hospital que aquest estudi reporta una incidència d'hipomagnesèmia del 33'33% en còlics isquèmics, en comptes d'un 56%, sent més prevalent en còlics obstructius (47'1%) (Sanmartí et al, 2022). Aquestes diferències es podrien justificar per diferents criteris en la classificació o per poblacions mostrals diferents.

Els resultats obtinguts en aquest estudi difereixen amb alguns publicats anteriorment. Un estudi anterior reporta una incidència d'hipomagnesèmia del 78% en cavalls amb enterocolitis (Toribio et al, 2001) Aquesta patologia, seguint la classificació de l'estudi present, s'inclouria en la categoria de còlics inflamatoris, nosaltres no hem detectat cap cas d'hipomagnesèmia en còlics inflamatoris. Probablement aquesta incongruència és deguda a que la mida mostral examinada és insuficient (n inflamatoris =4) i els resultats poden no ser representatius de la població general.

6. Conclusions

Les conclusions extretes d'aquest estudi són: (1) La prevalença d'hipomagnesèmia és major en còlics isquèmics i en còlics quirúrgics. (2) No queda clar l'efecte de la suplementació intravenosa amb Mg a cavalls hipomagnesèmics donat a que el número de dades registrades és insuficient. Per poder verificar si existeixen relacions entre les variables estudiades cal continuar amb l'estudi. (3) Els resultats suggereixen l'administració de Mg injectable en còlics isquèmics podria ajudar a disminuir els dies d'hospitalització.

Seria interessant poder determinar si l'augment en la mitjana de dies d'hospitalització observat és degut a una deficiència de Mg o bé és inherent al tipus de còlic que presenta l'animal. Per poder contrastar aquesta relació és necessari un nombre major de dades.

7. Agraïments

M'agradaria agrair a tot el personal de la Unitat Equina de HCV-UAB per la seva implicació en aquest estudi. Especialment a les internes per el seu paper fonamentalment en la suplementació dels cavalls amb Mg i la retransmissió d'informació. També m'agradaria agrair al meu tutor el Dr. Eduard Cunilleras per confiar en mi per aquest estudi i donar-me l'oportunitat de participar en un projecte de recerca com aquest. Així mateix com al professor Dr. Joaquim Caselles per l'assessorament indispensable en els mètodes d'anàlisi estadístic. Finalment als meus familiars i amics per el suport incondicional rebut no només durant aquest projecte sinó durant tot el grau de Veterinària.

8. Bibliografia

1. Altura BM, Altura BT. Role of magnesium in patho-physiological processes and the clinical utility of magnesium ion selective electrodes. *Scand. J. Clin. Lab.* 1996;56(sup224):211-234. <http://dx.doi.org/10.3109/00365519609088642>. doi:10.3109/00365519609088642
2. Berlin D, Aroch I. Concentrations of ionized and total magnesium and calcium in healthy horses: Effects of age, pregnancy, lactation, pH and sample type. *Vet J* (London, England: 1997). 2009;181(3):305-311. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.03.014>. doi:10.1016/j.tvjl.2008.03.014
3. Garcia-Lopez JM, Provost PJ, Rush JE, Zicker SC, Burmaster H, Freeman LM. Prevalence and prognostic importance of hypomagnesemia and hypocalcemia in horses that have colic surgery. *Am J Vet Res.* 2001;62(1):7-12. <http://dx.doi.org/10.2460/ajvr.2001.62.7>. doi:10.2460/ajvr.2001.62.7.
4. Humphrey S, Kirby R, Rudloff E. Magnesium physiology and clinical therapy in veterinary critical care: Magnesium physiology in veterinary critical care. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2015;25(2):210-225. <http://dx.doi.org/10.1111/vec.12253>. doi:10.1111/vec.12253.
5. Johansson AM, Gardner SY, Jones SL, Levine JF. Hypomagnesemia in hospitalized horses. *J Vet Intern Med* 2003;17(6):860-867. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1939-1676.2003.tb02526.x>. doi:10.1111/j.1939-1676.2003.tb02526.

6. Reed SM, Bayly WM, Sellon DC. Equine Internal Medicine. Filadelfia, PA, Estados Unidos de América: Saunders; 2018. Chapter 13: Disorders of the Endocrine System; p. 1029-1138.
7. Sanmartí J, Armengou L, Troya-Portillo L, Robles-Guirado JÁ, Bassols A, Ríos J, Jose-Cunilleras E. Plasma-ionized magnesium in hospitalized horses with gastrointestinal disorders and systemic inflammatory response syndrome. *Animals: an open access journal from MDPI* .2022;12(12):1479.
<http://dx.doi.org/10.3390/ani12121479>. doi:10.3390/ani12121479.
8. Schumacher SA, Kamr AM, Lakritz J, Burns TA, Bertone AL, Toribio RE. Effects of intravenous magnesium sulfate on serum calcium-regulating hormones and plasma and urinary electrolytes in healthy horses. *PloS one*. 2021;16(6):e0247542.
<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0247542>. doi:10.1371/journal.pone.0247542.
9. Schumacher SA, Toribio RE, Scansen B, Lakritz J, Bertone AL. Pharmacokinetics of magnesium and its effects on clinical variables following experimentally induced hypermagnesemia. *Journal of veterinary pharmacology and therapeutics*. 2020;43(6):577-590. <http://dx.doi.org/10.1111/jvp.12883>. doi:10.1111/jvp.12883.
10. Sheldon SA, Aleman M, Costa LRR, Santoyo AC, Howey Q, Madigan JE. Intravenous infusion of magnesium sulfate and its effect on horses with trigeminal-mediated headshaking. *J Vet Pharmacol Ther* 2019;33(2):923-932.
<http://dx.doi.org/10.1111/jvim.15410>. doi:10.1111/jvim.15410.
11. Soliman HM, Mercan D, Lobo SSM, Mélot C, Vincent J-L. Development of ionized hypomagnesemia is associated with higher mortality rates. *Crit Connect*. 2003;31(4):1082-1087. <http://dx.doi.org/10.1097/01.ccm.0000060867.17556.a0>
doi:10.1097/01.ccm.0000060867.17556.a0.
12. Stewart AJ. Magnesium disorders in horses. *Vet Clin North Am Equine Pract*. 2011;27(1):149-163. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cveq.2010.12.009>.
doi:10.1016/j.cveq.2010.12.009.
13. Thakker RV. Calcium-sensing receptor: Role in health and disease. *Indian J Endocrinol Metab*. 2012;16(8):213. <http://dx.doi.org/10.4103/2230-8210.104041>.
doi:10.4103/2230-8210.104041.
14. Toribio RE, Kohn CW, Chew DJ, Sams RA, Rosol TJ. Comparison of serum parathyroid hormone and ionized calcium and magnesium concentrations and fractional urinary clearance of calcium and phosphorus in healthy horses and horses with enterocolitis. *Am J Vet Res*. 2001;62(6):938-947.
<http://dx.doi.org/10.2460/ajvr.2001.62.938>. doi:10.2460/ajvr.2001.62.938.