



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Hippologenheten

Seminariekurs i hästens biologi, 5 hp

2016

Magnesium:

Samband med kritiskt sjuka föl och osteochondros

Isabella Söderström

Strömsholm

HANDLEDARE:

Linda Kjellberg, Strömsholm

Seminariekurs i hästens biologi (HO0084) är en obligatorisk del i hippologutbildningen och syftar till att ge de studerande grundläggande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt kunna analysera och relatera olika värden, samt redogöra för uppgift skriftligt och muntligt. Föreliggande arbete är således ett studentarbete på A-nivå och dess innehåll, resultat och slutsatser bör bedömas mot denna bakgrund.

INNEHÅLL

REFERAT	2
INLEDNING	2
Problemställning.....	3
Syfte	3
Frågeställning	3
LITTERATURSTUDIE	3
Friska hästar	3
Osteochondros	4
Magnesiumbrist.....	5
Kritiskt sjuka föl.....	5
Diskussion	6
Magnesiumkoncentrationer	6
Osteochondros	7
Kritiskt sjuka föl.....	7
Slutsats	8
REFERENSER.....	8
Litteratur	8

REFERAT

Mineralämnena är viktiga för hästens kropp och ett av mineralämnena som finns är magnesium. Magnesiumbehovet uppfylls oftast av grovfodergivan men i vissa fall kan det vara bra att vara medveten om hästen får i sig tillräckligt med magnesium eller inte. Hästen kan till viss del själv reglera upptagningen av magnesium och det blir sällan överskott av magnesium i hästens kropp. Men finns det inte tillräckligt med magnesium i fodret kan det leda till att hästen får magnesiumbrist. Magnesiumet hos häst finns främst i skelettet och i muskelfvävnader och bristen av magnesium kan leda till benskörhet och kan ha stor betydelse för överlevnad hos inlagda hästar. Problemet är att informationen om att magnesium är viktigt finns men kanske inte varför det är viktigt och vad det har för funktioner i kroppen. Syftet med den här studien var att ta reda på om det finns något samband mellan magnesium och kritiskt sjuka föl samt något samband mellan magnesium och osteochondros.

Frågeställningarna var om det finns något samband mellan magnesium och kritiskt sjuka föl, när det gäller överlevnad samt om det finns något samband mellan magnesium och osteochondros. Resultatet av studien visar att det är föl som påverkas mest och som är känsligast för magnesiumbrist. Det går att påverka förekomsten av ortopediska sjukdomar med hjälp av extra utfodring av magnesium och mycket rörelsemöjligheter och att man kan se skillnad i magnesiumkoncentrationen hos kritiskt sjuka jämfört med friska föl. Slutsatsen var att magnesiumöverskott samt magnesiumbrist har störst effekt på föl som är yngre än tolv månader gamla. Att förekomsten av osteochondros kan förminskas med hjälp av extra magnesium samt att man kan se ett samband mellan magnesiumkoncentrationen i blodet och överlevnad hos kritiskt sjuka föl.

INLEDNING

Hästen är anpassad till ett liv som gräsätare och bytesdjur på stäppen. Hästens digestionssystem är anpassat för att utnyttja gräs, även om det har ett lågt energiinnehåll. Det är även anpassat för att effektivt kunna ta hand om lättillgängliga ämnen om än i små mängder åt gången. Hästen är en grovtarmsjäsnare vilket betyder att den i sin grovtarm har mikroorganismer som genom jäsning bryter ner fodret till strukturella kolhydrater. Utan dessa mikroorganismer skulle hästen inte kunna leva på gräs. (Planck & Rundgren 2003)

Utöver en välbalanserad foderstat bestående av energi, protein och fibrer så behöver även hästen mineralämnena, vilka har en viktig funktion för kroppens kemi och för funktionen hos olika organ. Mineralämnena kan man dela upp i två grupper makromineraler samt mikromineraler eller som de också kallas spårämnen. Det är den delen av mineralämnena som behövs i mängder och som kan mätas i gram per dag som kallas för makromineraler, hit hör till exempel magnesium. Till viss del reglerar hästen själv upptagningen, en regleringsmekanism som styrs av hormoner. Även om hästen till en viss del kan reglera upptaget av mineralämnena själv så är det fortfarande något som man behöver ta hänsyn till när man beräknar hästens foderstat. (Krafft 2007)

Hos hästar tas 25% av magnesiumet upp i den främre delen av tunntarmen, 35% tas upp i den bakre delen av tunntarmen och endast 5% av magnesiumet tas upp i grovtarmen. Upptagningen av magnesium ökar med mängden magnesium som finns tillgängligt i fodret. Den genomsnittliga upptagningen av magnesium från foder hos hästar ligger runt 50% av den mängd magnesium som finns i fodret. Olika fodertyper har olika smältbarhetsgrad för magnesium, men fodertypen har ingen påverkan på var magnesiumet tas upp i hästens matsmältningssystem. Smältbarhetsgraden av magnesium är högre hos föl. (Stewart 2011)

Enligt Geor, Harris & Coenen (2013) finns ungefär 60% av kroppens magnesium i skelettet och cirka 32% i muskelfvävnaden. Även Planck & Rundgren (2003) skriver att magnesium är nödvändigt för skelettupbyggnaden samt vissa nerv- och muskelfunktioner. Den dagliga förlusten av magnesium ska täckas av underhållsfodret. Dräktiga ston samt unghästar har ett något förhöjt behov av magnesium. Hästen håller en lämplig nivå på kroppens magnesiumhalt genom att balansera upptaget i tunntarmen och utsöndra överskottet med urinen. Den arbetande hästen förlorar en del magnesium genom att den svettas. Ett av symptomen vid magnesiumbrist är en ökad reaktionsbenägenhet på händelser i hästens omgivning. Det finns en skröna som säger att ett ökat magnesium intag har lugnande effekt på nervösa hästar. Men tyvärr så finns det inga studier som stödjer den teorin.

Då den största delen av magnesiumet finns i skelettet och ett tecken på magnesiumbrist är benskörhet, genom att direkt påverka benets kristallformer och celler (Castiglioni et al. 2013), så kan det finnas en koppling mellan bristen av magnesium och ortopediska sjukdomar (Geor, Harris & Coenen 2013). Ett kraftigt underskott av magnesium kan även leda till inflammationer i kroppen och är vanligt hos hästar som är inlagda för intensivvård (Stewart 2011).

Problemställning

Vetskapen om att magnesium är viktigt finns men kanske inte varför det är viktigt och vad det har för funktioner i kroppen. Vad händer i hästens kropp vid magnesiumbrist och när är det extra viktigt att hästen får i sig tillräckligt med magnesium, är saker som kanske inte framgår lika tydligt.

Syfte

Syftet var att ta reda på om det finns något samband mellan magnesium och kritiskt sjuka föl samt något samband mellan magnesium och osteochondros.

Frågeställning

Finns det något samband mellan magnesium och kritiskt sjuka föl när det gäller överlevnad samt finns det något samband mellan magnesium och osteochondros?

LITTERATURSTUDIE

Friska hästar

Berlin & Aroch (2008) undersökte om det var någon skillnad i koncentrationerna av magnesiumjoner i blodet hos friska hästar beroende på ålder, dräktighet och digivning. Hästarna som användes i denna studie kom från flera olika ridskolor, stuterier samt privatägda hästar i Israel. Hästarna hade ingen sjukdomshistoria eller blivit medicinerade inom de senaste sex månaderna och var ansedda som friska. Hästarna blev uppdelade i fyra grupper: vuxna, dräktiga ston i den tredje trimestern, digivande ston inom sju dagar från fölning och nyfödda föl i åldrarna en till sju dagar. I den vuxna gruppen ingick 50 hästar som var mellan 4-25 år gamla. I gruppen för dräktiga ston samt för digivande ston ingick 27 hästar i åldrarna 4-25 år. I gruppen för nyfödda föl ingick det 25 föl. Hästarna i vuxengruppen ingick inte i någon annan grupp medan de dräktiga och de digivande stona var samma ston och deras föl var de

fölen som ingick i nyfödda föl gruppen. Blodprover togs från halsvenen, där koncentrationerna av magnesiumjoner i blodet och kalcium mättes.

Det var ingen skillnad i magnesiumjonerna i blodet mellan de vuxna hästarna, de dräktiga eller de digivande stona. Hos fölen var däremot magnesiumjonerna i blodplasman och blodserumet något högre jämfört med alla andra grupper, den här skillnaden var signifikant jämfört med de digivande stona. Den totala magnesiumkoncentrationen var signifikant högre hos fölen jämfört med den vuxna häst gruppen. Individuella skillnader hittades bland proverna när de jämförde alla hästar som ingick i studien. Blodplasmanivåerna av magnesiumjoner var signifikant lägre än jämfört med hela blodvolymen samt blodserumet. Blodserumnivåerna av magnesiumjoner var även de signifikant lägre jämfört med hela blodvolymen. Resultatet av den här studien visar att de totala magnesiumnivåerna var högre hos nyfödda föl jämfört med alla andra grupper, men skillnaden var bara signifikant mellan de nyfödda fölen och de vuxna hästarna. (Berlin & Aroch 2008)

Osteochondros

Counotte, Kampman & Hinnen (2014) studerade om det gick att minska förekomsten av osteochondros (OC) hos föl genom att ge dem extra tillskott av magnesium. Den här studien gjordes i två delar. I den första delen av studien användes 64 ston som var uppstallade på fem olika stuterier. Stona var uppdelade i två lika stora grupper. Blodprover togs från alla stona två veckor innan de var beräknade att föla. Från att fölen var födda tills de var 16 veckor gamla fick de 42 g oral pasta varje dag som innehöll fyra g magnesium. Kontrollgruppen fick också en oral pasta varje dag men utan magnesium. När fölen var två, åtta samt 16 veckor gamla togs blodprov och samtidigt så togs mjölkprov från stona.

I den andra delen av studien ingick 54 föl från sex olika stuterier, i åldrarna fem till tolv månader. Fölen var slumpmässigt indelade i två olika grupper. Även här togs blodprov av fölen med samma intervall som i den första delen av studien. Den ena gruppen fick 200 g pellets som innehöll fyra g magnesium. Den andra gruppen fick inte någon pellets alls. Mjölksproverna och blodproverna som togs under studien analyserades för magnesium. Från varje stuteri noterades flertalet relevanta parametrar såsom inredningens material, vattensystem, vattenkälla, utfodringsystem, utfodring av stona, den fysiska motionen av fölen samt så dokumenterades hur mycket fölen växte genom att man mätte dem vid manken vid fem respektive tolv månaders ålder. Inom samma ålders period diagnostiserades OC genom röntgenbilder av hasen, carpus, kotleden fram respektive bak. På varje bild så klassades OC in i olika kategorier från A till E. Kategorierna A och B klassades som ingen förekomst av OC medan kategorierna C- E klassades som förekomst av OC. (Counotte, Kampman & Hinnen 2014)

I den första delen av studien visade det sig att föl utan OC hade signifikant lägre magnesiumnivåer i blodet vid sexton veckors ålder, det var även en signifikant skillnad på testgruppen och kontrollgruppen i förekomsten av OC. I kontrollgruppen så låg förekomsten av OC på 41,9% och i testgruppen så låg förekomsten av OC på 21,9% i den första delen av studien. I början av den andra delen av studien så röntgades alla fölen, i en blindad studie, samma sak gjordes i slutet av studien. När alla resultaten hade sammanställts så visade det sig att kontrollgruppen hade i genomsnitt en OC förekomst på 41,4% och testgruppen hade en förekomst på 56,0%. I slutet på studien så visade det sig att kontrollgruppen fortfarande hade en förekomst av OC på 42,9% medan testgruppen hade en förekomst av OC på 41,7%, en minskning av förekomsten av OC på 14,3% i testgruppen. Slutsatsen av den här studien visade att tillskott av magnesium och mer utövning och rörelse kan minska förekomsten av

OC signifikant. Det var bara carpus som inte påverkades av att ge extra magnesium vid den här åldern, men att både hasen och kotlederna blev förbättrade av att ge fölen extra magnesium. (Counotte, Kampman & Hinnen 2014)

Magnesiumbrist

Harrington (1974) undersökte hur en foderstat med magnesiumbrist påverkade magnesiumkoncentrationerna i skelett och vävnad hos föl. I den här studien användes 15 föl som var en till tre veckor gamla. När fölen kom till laboratoriet fick de en flytande mjölkersättning och de hade fri tillgång till en komplett, pelleterad och förädlad diet. Fölen blev utfodrade med en diet med magnesiumbrist som innehöll sju till åtta mg Mg/Kg. Fyra av de femton fölen blev slumpmässigt indelade i en kontrollgrupp och utfodrades med dieten med magnesiumbrist, kompletterat med extra magnesium 390 mg MgO/Kg, de resterande elva fölen fortsatte att få dieten med magnesiumbrist. De flesta av fölen i studien drack kranvatten under försöket, vilket innehöll en till fem mg Magnesium per liter. Två av fölen som fick dieten med magnesiumbrist samt ett föl som fick dieten med extra magnesium fick destillerats vatten genom hela studien. Alla föl erbjöds fri tillgång till både mat och vatten. Fölen undersöktes och blodprover för mineralanalyser togs dagligen de sju första dagarna och sedan i fem till sju dagars intervaller. Introduktionen av fölen till dieten med magnesiumbrist följdes av en snabb minskning i magnesiumkoncentrationen i blodserumet. Fölen som drack det destillerade vattnet och fick dieten med magnesiumbrist visade en nästan jämn men långsam minskning av magnesiumkoncentrationen i blodserumet. Medan de fölen som fick kranvatten och dieten med magnesiumbrist behöll en något högre koncentration av magnesium i blodserumet. Fölen avlivades i två omgångar, första omgången efter 15 till 180 dagar och andra omgången efter 125 till 225 dagar, obduktioner utfördes därefter. Vävnadsprover för mineralanalys togs från: lever, njure, lunga, bukspottkörteln, mjälten, hjärnan, hjärtat, aorta, skelettmuskulatur, åttonde revbenet, underbenet samt skenbenen både fram och bak.

Studien visade att det inte fanns någon signifikant relation mellan antalet dagar som fölen fick dieten med magnesiumbrist eller dieten med extra magnesium och koncentrationen i vävnaden. Ben från fölen som fick dieten med extra magnesium innehöll konstant mer än fem mg Mg/g benmjöl. Medan värdena från fölen som fick dieten med magnesiumbrist hade en koncentration mellan tre till fyra mg Mg/g benmjöl. Skillnaden mellan de två grupperna var signifikant. Resultatet av den här studien visade att de upptäckbara förändringarna i hästars magnesiumkoncentration i vävnader, resulterat av magnesiumbrist, är begränsade till vissa vävnader. Det visade sig även att takten i minskningen av magnesiumet i skelettet hos fölen som fick dieten med magnesiumbrist inte bara skilde sig mellan ben utan också mellan olika områden på samma ben. (Harrington 1974)

Kritiskt sjuka föl

Mariella et al (2016) undersökte den totala magnesiumkoncentrationen i blodplasman hos friska samt hos kritiskt sjuka föl. Den här studien höll på under fyra fölningsperioder och man använde sig av totalt 117 föl, 20 friska föl och 97 sjuka föl, som var yngre än sju dagar. Fölen blev uppdelade i två grupper, de friska fölen samt de sjuka fölen. De friska fölen föddes och blev sedan inlagda i minst sju dagar efter att de hade fötts. Fölen klassades som friska när de hade ett Apgar resultat bättre eller lika med nio, en normal klinisk utvärdering inkluderat med ett komplett blodvärde. De sjuka fölen blev hänvisade till djursjukhuset eller födda av inlagda ston. Kraven för de sjuka fölen var en sjukdom som krävde nivå två eller tre av intensivvård. Föl som först hade fått behandling men sedan avlivats, då de hade blivit döende, inkluderades

också i studien. Då fölen ofta var drabbade av flera problem och hade mer än en klinisk diagnos, blev de klassade efter den mest livshotande sjukdomen vid inskrivningen. Fölen i den sjuka guppen blev indelade i flera grupper efter deras kliniska diagnoser. De tillstånd som främst undersöktes var blodförgiftning, septisk chock, syrebrist vid födseln, för tidigt födda och/eller för sent födda. Alla andra tillstånd grupperades i ”andra sjukdomar”.

Hos de kliniskt friska fölen togs blodprover för att mäta den totala magnesiumnivån inom tio minuter efter födseln och var tolfte timme tills fölen hade blivit 72 timmar gamla. Hos de sjuka fölen togs blodprov för att mäta den totala magnesiumnivån vid inskrivningen och sedan var tolfte timme fram till fölen hade varit inlagda i 72 timmar. Hos de sjuka fölen var de totala magnesiumkoncentrationerna utvärderade vid första blodprovet signifikant högre än de totala magnesiumkoncentrationerna i blodproverna som tog senare. Föl som var påverkade av syrebrist vid födseln hade en total magnesiumkoncentration vid första blodprovet som var signifikant högre än hos friska, blodförgiftade, för tidigt född och/eller för sent födda föl. Det visade sig också att de totala magnesiumkoncentrationerna i blodplasma mätta vid de första blodproverna var signifikant högre hos de fölen som avled än de som överlevde. (Mariella et al. 2016)

Hurcombe et al. (2009) undersökte hur kalcium och magnesiumkoncentrationerna hos blodförgiftade och kritiskt sjuka föl samt dess betydelse för överlevnad. I studien användes totalt 146 föl, 82 blodförgiftade, 40 sjuka men ej blodförgiftade föl och 24 friska föl som var yngre än eller sju dagar gamla. Studien utfördes under två stycken fölningssäsonger och fölen delades in i två grupper, blodförgiftade och sjuka men ej blodförgiftade. Den tredje gruppen med friska föl innehöll föl som var yngre än 72 timmar gamla vid undersökningstillfället. Bakgrundsinformation samlades in med det förväntade fölningsdatumet, stoets hälsotillstånd under dräktigheten och om någon medicin hade utdelats. Blodprover togs från halsvenen inom en timme från inskrivningen samt innan någon medicinsk behandling sattes in. Blodproven från de friska fölen togs vid hälsokontrollen av nyfödda föl yngre än 72 timmar.

Resultatet visade att det inte var någon signifikant skillnad i överlevnad mellan ålder, kön eller ras. I den första fölningssäsongen var det ingen skillnad i de joniserade magnesiumnivåerna mellan alla grupper av föl. Några av fölen hade dock onormalt låga magnesiumhalter i blodet. De blodförgiftade fölen från den första fölningssäsongen visade inget samband mellan de joniserade magnesiumnivåerna och överlevnadsstatus. Det var inte heller någon skillnad i de joniserade magnesiumnivåerna mellan fölen från den andra fölningssäsongen. Även några av dessa föl hade onormalt låga magnesiumnivåer i blodet. Även här visades det inte heller någon signifikant skillnad i de joniserade magnesiumnivåerna mellan fölen som överlevde och fölen som avled. (Hurcombe et al. 2009)

DISKUSSION

Magnesiumkoncentrationer

Berlin & Aroch (2009) studie visade att koncentrationerna av magnesiumjoner och totalt magnesium i blodplasman hos vuxna hästar, dräktiga samt digivande ston och nyfödda föl skilde sig åt. Studien visade en signifikant skillnad i magnesiumjoner mellan de digivandestona och fölen samt mellan de vuxna hästarna och fölen, där fölen hade högre halter av både magnesiumjoner och totalt magnesium i blodplasman. I denna studie så användes samma ston i de två grupperna dräktiga samt digivande ston och kan det då ha gett ett annat resultat om det hade inte hade varit samma hästar i de två grupperna. Samtidigt så visade resultatet ingen skillnad mellan de två grupperna och den gruppen med vuxna hästar

vilket var helt andra hästar. Däremot fann Mariella et al. (2016) att de totala magnesiumkoncentrationerna i blodplasma hos de friska fölen inte ändrades signifikant under fölens första 72 timmar i livet. De friska fölen i studien visade magnesiumkoncentrationer som faller inom det normala referensspannet för vuxna hästar som har rapporterats i andra studier. De kom då fram till att det verkar som att de totala magnesiumkoncentrationerna i blodplasma inte varierar med ålder hos friska hästar vilket visar på motsatt resultat. Studien av Mariella et al. (2016) visade att hos sjuka föl så var den totala magnesiumkoncentrationen som fastställdes vid inskrivningen signifikant högre än vid senare tillfällen. Koncentrationerna av det totala magnesiumet återvände senare till inom det normala spannet för vuxna hästar, vilket troligtvis beror på medicinering. Samtidigt så kunde Harrington (1974) se en kraftig sänkning av magnesiumkoncentrationen i blodserumet 24-28h efter att hästarna hade fått magnesiumbrist. Efter ett tag så kunde man se att sänkningen av magnesiumkoncentrationen minskade vilket troligen beror på mobiliseringen av magnesium från skelettet, vilket är den huvudsakliga källan till magnesiumreserver.

Osteochondros

Counotte, Kampman & Hinnen (2014) gjorde studien för att ta reda på hur effekten av att ge tillskott av magnesium och fosfor, under fölens första 12 månader, påverkade förekomsten av OC. Resultatet av studien visar att tillskottsodra extra magnesium till föl vid åldern tolv månader minskar förekomsten av OC signifikant. Det var bara framknät som inte påverkades av att ge extra magnesium vid den här åldern, men både hasen och kotlederna blev förbättrade. Detta resultat stödjer även Harrington (1974) studie där skillnaden i magnesiumkoncentrationerna i skelettet mellan föl som har blivit utfodrade med rekommenderade magnesiumgivan och föl som har blivit utfodrade med magnesiumbrist var signifikant, då föl med tillräckligt med magnesium hade betydligt högre koncentrationer av magnesium i skelettet. Vilket visar att det är av största vikt att utfodra med tillräckligt med magnesium i tidig ålder. Kanske hellre utfodra med för mycket magnesium då det är väldigt svårt att få magnesiumöverskott hos hästen (Stewart 2011) då hästen tar upp det den behöver och överskottet går ut med urinen (Planck & Rundgren 2003).

I Counotte, Kampman & Hinnen (2014) studie visade det sig att uppstallningen av fölen kan spela in i förekomsten av OC. Hos de stuterier som stona och fölen hade mer utevistelse och mer möjlighet att springa ute så var OC förekomsten lägre. Även om den här studien bara inkluderade fem olika stuterier så kunde man jämföra resultaten av att mer utevistelse och rörelsefrihet ger en lägre förekomst av OC med andra studiers resultat. Det är känt att flera leder kan självläka under fölens första tolv månader (Jacquet et al. 2013). Men eftersom fölen var indelade i två grupper så borde det här gälla för båda grupperna. Därför så har resultaten i skillnaden av OC förekomsten i slutet på den andra studien troligtvis ingen påverkan av naturlig läkning, utan är ett resultat av tillskottet.

Kritiskt sjuka föl

Mariella et al. (2016) kunde se att fölen som avled i deras studie hade signifikant högre totala magnesiumkoncentrationer i blodet än de fölen som överlevde, samt att föl som var påverkade av syrebrist vid födseln hade signifikant högre koncentrationer av det totala magnesiumet. Hurcombe et al. (2009) studie visade att det inte var någon signifikant skillnad mellan de fölen som överlevde och de fölen som avled när det gällde koncentrationerna av magnesiumjoner i blodet hos blodförgiftade föl. Mariella et al. (2016) utförde sin studie under en längre period på fyra fölningsår jämfört med Hurcombe et al. (2009) vars studie bara utfördes under två fölningsår. Likadant så togs blodprover från fölen flera gånger

under Mariella et al. (2016) studie där blodprover togs inom tio minuter efter födseln eller inskrivningen och sedan var tolfte timme tills fölen var 72 timmar gamla. Medans det i Hurcombe et al. (2009) studie bara togs ett blodprov från varje föl, inom en timme efter inskrivning eller vid hälsokontrollen av nyfödda föl yngre än 72 timmar. Båda studierna utfördes för att ta reda på magnesiumkoncentrationerna i blodet hos kritiskt sjuka föl och dess samband med överlevnad. Mariella et al. (2016) studie utfördes under en längre tidsperiod och det togs fler prover under denna studie än Hurcombe et al. (2009) studie som utfördes under en kortare period och med färre provtagningar, vilket gör Mariella et al. (2016) studie mer trovärdig.

Slutsats

Slutsatsen var att magnesiumbrist har störst effekt hos föl som är yngre än tolv månader gamla. Att förekomsten av osteochondros kan förminska med hjälp av extra magnesium samt att man kan se ett samband mellan magnesiumkoncentrationen i blodet och överlevnad hos kritiskt sjuka föl.

REFERENSER

Litteratur

Berlin, D. and Aroch, I. (2008). Concentrations of ionized and total magnesium and calcium in healthy horses: Effects of age, pregnancy, lactation, pH and sample type. *The Veterinary Journal*, vol. 181, ss. 305-311.

Castiglioni, S., Cazzaniga, A., Albisetti, W. and Maier, J.A.M (2013). Magnesium and Osteoporosis: Current State of Knowledge and Future Research Directions. *Nutrients*, vol. 5, ss. 3022-3033.

Counotte, G., Kampman, G. and Hinnen, V. (2014). Feeding Magnesium Supplement to Foals Reduces Osteochondrosis Prevalence. *Journal of Equine Veterinary Science*, vol. 34, ss. 668-674.

Geor, R.J., Harris, P.A. and Coenen, M. (2013). *Equine applied and clinical nutrition- health, welfare and performance*. China: Saunders Elsevier.

Harrington, D.D. (1974). Influence of magnesium deficiency on horse foal tissue concentrations of Mg, calcium and phosphorus. *British Journal of Nutrition*, vol. 34, ss. 45-57.

Hurcombe, S.A.D., Toribio, R.E., Slovis, N.M., Saville, W.J., Mudge, M.C., MacGillivray, K. and Frazer, M.L. (2009). Calcium Regulating Hormones and Serum Calcium and Magnesium Concentrations in Septic and Critically Ill Foals and their Association with Survival. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, vol. 23, ss. 335-343.

Jacquet, S., Robert, C., Valette, J.P. and Denoix, J.M (2013). Evolution of radiological findings detected in the limbs of 321 young horses between the ages of 6 and 18 months. *The Veterinary Journal*, vol. 197, ss. 58-64.

Krafft (2007). *Utfodrings ABC- praktisk handledning i hästens utfodring*. Falkenberg: Grafika

Mariella, J., Isani, G., Andreani, G., Freccero, F., Carpené, E. and Castagnetti, C. (2016). Total plasma magnesium in healthy and critically ill foals. *Theriogenology*, vol. 35, ss. 180-185.

Planck, C. and Rundgren, M. (2003) *Hästens näringsbehov och utfodring*. Uppl. 2:2. Slovenien: Natur och Kultur.

Stewart, A.J. (2011). Magnesium Disorders in Horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. Vol. 27, ss. 149-163.