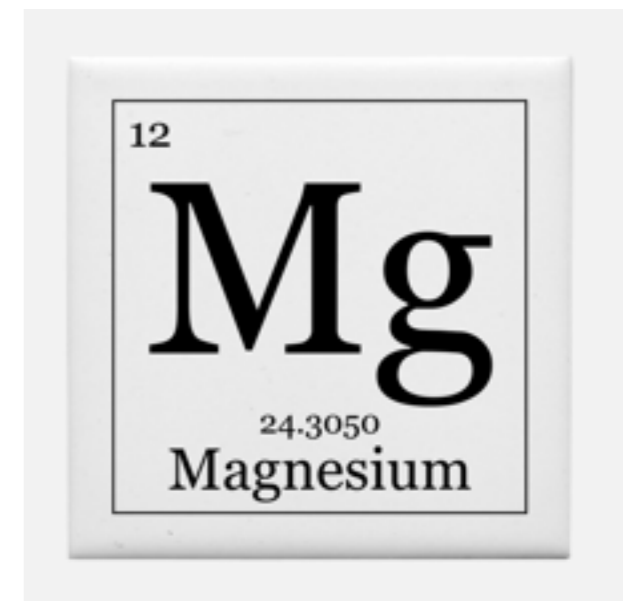


# Magnesium lypsylehmän tuotantosairauksien ehkäisyssä

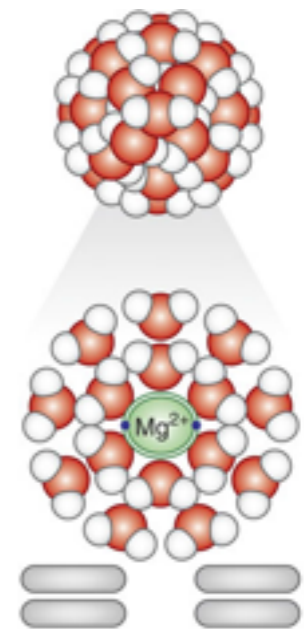
Eläinlääkäri Henrik Lindberg

2017



# Magnesium - solunsisäinen kationi

- Tärkeä solunsisäinen kationi,  $Mg^{++}$
- Toiseksi yleisin kivennäinen pehmytkudoksessa, usein sitoutuneena erilaisiin proteiineihin
- Tarpeellinen lähes kaikissa keskeisissä aineenvaihduntaprosesseissa



<b>Magnesiumia</b>	Seerumi / Plasma / Veri	Kaikki solunulkoisen neste (ml. Seerumi/ Plasma)	Solunsisäinen/ Pehmytkudos/ Lihäs	Luusto
Nauta 600 kg (Goff 2014)	0,85 g	3 g	79 g	205 g
Nauta 700 kg (Martín-Tereso ja Martens 2014)		4,5-5 g	130-195 g	270-350 g
Nauta 700 kg (Schweigel ym. 2009)			140 g	
Ihminen (Jahnen- Dechent ja Ketteler 2012)	0,3 % Seerumi 0,5 % Punasolut		27 % Lihäs 19 % Muu pehmytkudos	53 %
<b>Kalsiumia</b>				
Nauta (Goff 2014)	3-3,5 g	8-9 g	< 1 g	7800-8500 g

# Tärkeä lisäkilpirauhasen toiminnassa

- Se on myös tärkeä lisäkilpirauhashormonin erittämisesssä ja lisää kohdekudosten (munuainen, luu) herkkyyttä lisäkilpirauhashormonille
- Lisäkilpirauhsten kalsiumia tunnistavat reseptorit ovat G-proteiinikytkentäisiä. Solunsisäisen magnesiumipitoisuuden lasku ajatellaan vaikuttavan G-alfa-proteiinin ja adenyylisyklaasin vuorovaikutukseen, ja adenyylisyklaasin tehoon muuttaa Mg-ATP:n cAMP:iksi, minkä seurauksena ei erity lisäkilpirauhashormonia

# Kalsiumaineenvaihdunta

- Kalsiumtasapainoa säädellään pääosin lisäkilpirauhashormonin ja kalsitriolin vaikutuksesta
- Lisäkilpirauhaset tunnistavat veren alhaisen kalsiumpitoisuuden ja vapauttavat lisäkilpirauhashormonia.
- Lisäkilpirauhashormonin vaikutuksesta kalsiumia vapautuu luustosta ja takaisinimeytyminen lisääntyy munuaisissa

# Kalsiumaineenvaihdunta

- Lisäkilpirauhashormonin vaikutuksen seurauksena munuaiset muodostavat myös kalsitriolia, jonka vaikutuksesta ruuansulatuskanavasta imeytyy enemmän kalsiumia (viiveellä)
- Luustossa on vain pieni määrä nopeasti vapautettavaa kalsiumia, ja laajamittaisempi vapauttaminen luustosta käynnistyy vasta noin 48 tunnin kuluttua lisäkilpirauhashormonin vaikutuksen jatkuessa
- On tärkeää, että nämä mekansimit toimivat parhaalla mahdollisella tavalla, kun kalsiumtaso elimistössä laskee maidontuotannon käynnistyessä.

# Magnesiumin puute

- Vähentää lisäkilpirauhashormonin erityystä vasteena veren alhaiseen kalsiumpitoisuuteen, jolloin kalsiumpitoisuuden ylläpitäminen heikentyy
- Vähentää kohdekudosten (luu, munuainen) herkkyyttä lisäkilpirauhashormonille
- Ihmisessä magnesiumipuute voi johtaa alhaiseen veren kalsiumpitoisuuteen, joka ei palaudu kalsiumhoidolla, vain magnesiumhoidolla.  
Lisäkilpirauhashormonipitoisuus nousee minuuttien kuluessa. Lehmällä samaa?

# Alhainen kalsiumtaso

- Poikimahalvaus on vain jäävuoren huippu. Vähintään puolet lehmistä kärsii alhaisesta kalsiumtasosta poikimisen aikaan ja jälkeen
- Maidontuotanto käynnistyy ja kalsiumia erittyy runsaasti maitoon
- Aineenvaihdunta ja rehunkäyttö eivät vielä ehdi maidontuotannon vauhdissa
- Magnesiumiakin erittyy paljon maitoon. Lehmä tarvitsee magnesiumia 2,8 g/pvä normaaliin ylläpitoon, ja ternimaitoon erittyy lisäksi vähintään 3,6 g / 5 litraa.
- Näkymättömäänkin kalsiumvajeseen yhdistetty kaikki seuraavat:



- Jälkeisten jääminen
- Kohtutulehdus
- Heikentynyt hedelmällisyys
- Utaretulehdus, vetimen sulkijalijas
- Lihastoiminnan heikkeneminen, loukkaantumiset
- Pötsin ja juoksutusmahan toiminnan heikkeneminen
- Syönnin vähentyminen
- Ketoosi
- Maksan rasvoittuminen
- Maidontuotannon väheneminen

# Ummessaolon magnesiumium

- Magnesiumruokinta erityisesti ummessaolon viimeisten viikkojen ajan tärkeää, jotta kalsium aineenvaihdunta toimisi hyvin
- Poikimahalvausta ts. alhaista kalsiumia voi ennustaa rehun kalsium-, magnesium-, fosforipitoisuudesta, kationi-anionisuhteesta, nautarodusta ja kauanko ovat syöneet kyseistä rehua
- Magnesiumpitoisuus rehussa on kaikista tärkein poikimahalvausriskin ts. alhaisen kalsiumiin vaikuttava tekijä. Lypsykauden halvauksissa Goff pitää magnesiumpuutteen osallisena n. 75% tapauksista.
- Suositus **0,35-0,40 % kuiva-aineesta**. Nosto 0,3 -> 0,4 vähensi poikimahalvausriskiä 62 %

# Magnesiumumin imeytyminen

- Imeytymisen tehokkuus pötsissä on kriittisin tekijä magnesiumusaannissa
- Rehun korkea magnesiumipitoisuus ja pötsin alhainen pH (<6,5) lisäävät liukenevan magnesiumin pitoisuutta
- Lyhytketjuisten rasvahappojen on todettu lisäävän imeytymistä
- Pötsin pH voi nousta korkean kaliumin, lisääntyneen syljenerityksen tai korkean NP-typen (ei proteiinia sisältävä typpi) takia. Lisäksi tyydyttymätön palmitiini-, linoli- ja linoleenihappo voi muodostaa liukenemattomia yhdisteitä magnesiumin kanssa
- Magnesiumin saantia tulisi laskennallisesti lisätä 4 g/pvä, aina kun kaliumin määrä lisääntyy 10 g/ kg kuiva-ainetta, jotta imeytyneen magnesiumin määrä olisi sama

# Magnesiumin imeytyminen: lannoite

- Lietelanta nostaa kaliumpitoisuuden ja vähentää heiman magnesiumpitoisuutta
- Typpilannoite nostaa kasvin magnesiumpitoisuutta nostamatta kaliumpitoisuutta
- Magnesiumsulfaattilannoituksella voi lisätä nurmen magnesiumpitoisuutta vähäisesti, mutta on yhdistetty alhaisempaan kalsiumpitoisuuteen.
- Suositeltavampaa annostella **magnesium täydennysrehuna**
- Apilassa n. kaksi kertaa enemmän magnesiumia kuin nurmessa

# Magnesiumin imeytyminen: maaperä

- Savimaasta vapautuu enemmän magnesiumia kuin hiekkaisesta. Eri savilaatujen vaihtelu.
- pH, orgaaninen aines
- Rehuasiantuntijat



# Magnesiumin imeytyminen: Annostelu

- **0,35-0,40 % kuiva-aineesta** pitoisuudella myös passiivinen imeytyminen pötsissä toimii vaikka aktiivinen imeytyminen olisi häiriintynyt esim korkean kaliumpitoisuuden vuoksi
- Kivennäissekoituksilla tai hyvälaatuisena (hyvin imeytyvällä) magnesiumoksidilla. Magnesiumoksidi kiinnittyy paremmin hieman kosteaan rehuun. Laitumelle voi levittää 30 kg magnesiumoksidia hehtaaria kohden
- Suositukset useassa maassa liian alhaiset

# Mg-Sulfaatti, -kloridi, -oksidi

- Magnesiumsulfaatti ja magnesiumkloridi ovat hyvin liukenevia ja hyödynnettävissä
- Edellämainittujen magnesiumpitoisuuden melko alhaiset: sulfaatilla 9 % ja kloridilla 18 %.
- Ei kovin maistuvia, eikä puskuroid pötsiä lypsyajan ruokinnassa.
- Myötävaikuttavat happo-emästasapainon siirtämisessä asidoosin suuntaan.
- Magnesiumkloridi juomavedessä
- **Magnesiumoksidi** vie vähemmän tilaa, on maittavampi, ja emäksisyyden vuoksi sopivampi lypsyajan ruokintaan.

# Magnesiumoksididi

- Magnesiumoksididi ehkä käytännöllisiin
- Laadussa paljonkin vaihteleva hyödynnettävyys
- Tulisi olla hienoksijauhettua ja magnesiumpitoisuus enintään 56 %, jolloin ei ole tuotettu liian kuumassa ja hyödynnettävyys hyvä
- Etikkahappotesti: 3 grammaa magnesiumoksidia astiaan. Lisää hitaasti 40 ml 5% etikkahappoa ja ravista 15 sekuntia. Odota 30 minuuttia ja lue pH (pH-paperi). Etikan pH on noin 2,7 ja parhaimmat magnesiumoksidit nostavat pH:n 8,2:een, huonoimmat 3,8:aan.



# Karjan magnesiumin mittaaminen

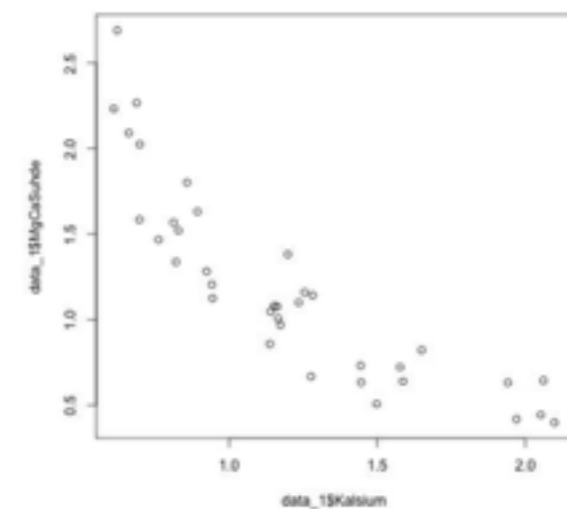
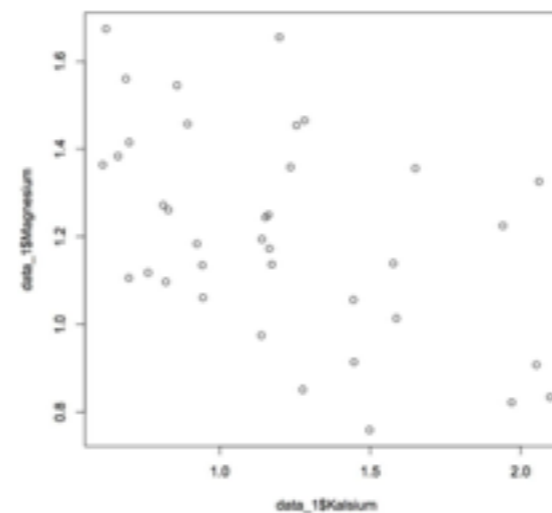
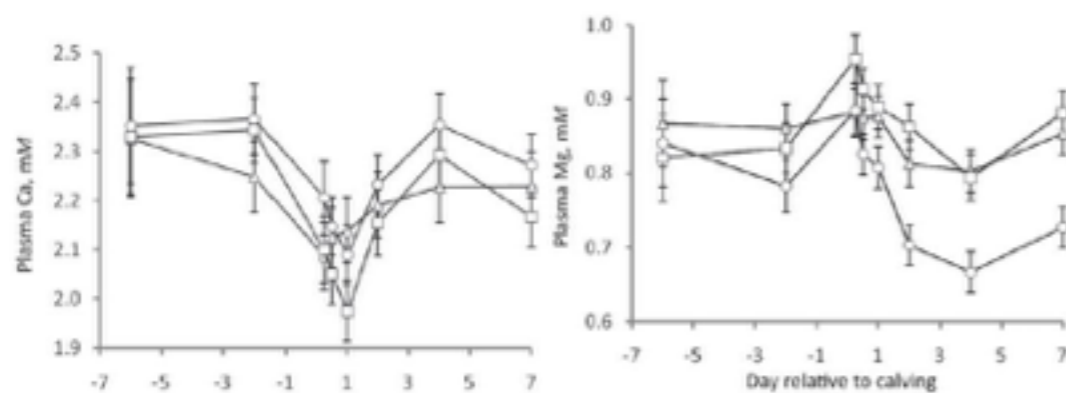
<b>Magnesiumia</b>	Seerumi / Plasma / Veri	Kaikki solunulkoisen neste (ml. Seerumi/ Plasma)	Solunsisäinen/ Pehmytkudos/ Lihäs	Luusto
Nauta 600 kg (Goff 2014)	0,85 g	3 g	79 g	205 g
Nauta 700 kg (Martín-Tereso ja Martens 2014)		4,5-5 g	130-195 g	270-350 g
Nauta 700 kg (Schweigel ym. 2009)			140 g	
Ihminen (Jahren- Dechent ja Ketteler 2012)	0,3 % Seerumi 0,5 % Punasolut		27 % Lihäs 19 % Muu pehmytkudos	53 %
<b>Kalsiumia</b>				
Nauta (Goff 2014)	3-3,5 g	8-9 g	< 1 g	7800-8500 g

# Karjan magnesiumin mittaaminen: Piilevä puute

- Puutetta ei yleensä havaita, kuin mahdollisesti vähentyneestä tuotoksesta tai lisääntyneestä kalsiumaineenvaihduntaan liitettyjen sairauksien esiintyvyydestä päätellen
- Magnesium sijaitsee valtaosaisesti solujensisäisesti ja voi olla puutetta, vaikka veren magnesium on viitearvoissa, sillä solunsisäinen magnesium puskuroi muutokset solunulkoisessa nesteessä, sillä hinnalla, että solujen sisäinen aineenvaihdunta voi häiriintyä
- Voidaan ajatella pehmytkudoksen toimivan magnesiumin varastona, kuten luusto kalsiumille
- Magnesiumin puute aiheuttaa hyvin harvoin vakavaa laidunhalvausoireilua. Kun magnesiumipuute altistaa kalsiumvajeele, huomio kiinnittyy usein kalsiumvajeeseen

# Karjan magnesiumin mittaaminen: Veriarvot

- Onkin alettu pitämään seerumin magnesiumpitoisuuden alarajan tuntumassa olevia arvoja ( $< 0,9$  mmol/L) epävarmoina, ja mahdollisesti magnesiumpuutteeseen viittaavina



# Karjan magnesiumin mittaaminen: Virtsaasta

- Mikäli magnesiumista on elimistössä puutetta, magnesiumin erityys virtsassa vähenee
- Hieman tarkempi tapa on määrittää magnesiumin suhteellinen erityys, jolloin virtsan pitoisuus verrataan seerumin pitoisuuteen, vakioiden virtsan nestemäärää määrittämällä myös tasaisesti erittyvää kreatiniinia
- Määrittämällä ainoastaan virtsan pitoisuuden saa kuitenkin viitettä magnesiumstatuksesta, varsinkin mikäli virtsanäytteitä otetaan useammasta lehmästä karjan tilanteen selvittämiseksi
- Alle 1 mmol/L pitoisuutta virtsassa voidaan pitää viitteenä liian vähäisestä saannista, ja 0,87-4,4 mmol/L pitoisuus saattaa viitata liian vähäiseen saantiin

# Karjan magnesiumin mittaaminen: Kuormitustesti

- Piilevää solujensisäistä magnesiuminpuutetta on todettu lehmillä magnesiumkuormitustestillä
- Kertoo paljonko magnesiumia pidätetään elimistön solujensisäisiin tarpeisiin
- Magnesiumia annostellaan infuusiona. Veri- ja virtsanäytteitä otetaan ennen infuusiota, infuusion aikana, ja infuusion jälkeen. Mittaustuloksista lasketaan paljonko elimistö on pidättänyt magnesiumia. Tämä kuvaa kudosten magnesiumvajetta, jota ei huomata tavallisessa verinäytteessä

# Kalsiumkuopan ylittäminen

- Alhaisin kalsiumtaso veressä on yleensä noin 12-24 tuntia poikimisesta.
- Tämä kuoppa on hyvä ylittää suun kautta annettavien kalsiumvalmisteiden avulla. Varsinkin riskilehmille: 3. krt tai enemmän poikineelle, keskimääräistä runsasmaitoisemmalle, ontuville (syönti vähentynyt), lihavammat
- Esim. kaksi annosta
  - Heti poikimisen aikaan
  - Toinen 12(-24) tuntia myöhemmin.
- Kalsiumkloridia sisältävät tehokkaimmat esim. “Lehmän kalsiumpasta”, “Bovicalc”, “Caldrench”. Myös kalsiumpropionaatista tutkimustietoa esim. “Correct Calcium”, mutta suurempi määrä tarvitsee.

# Muista nämä

- Etenkin umpikauden viimeiset viikot **magnesiumia 0,35-0,4 %** kuiva-aineesta
- **Magnesiumoksidi**, magnesiumsulfaatti, magnesiumkloridi. Huom! Laatuvalitukset
- Poikimisen aikaan ja 12-24 tuntia myöhemmin: **50 g** kalsiumia jos **kalsiumkloridina** (95 g) tai **75-125 g** kalsiumia jos **kalsiumpropionaattina** (350-600 g)
- [henrik.lindberg@fimnet.fi](mailto:henrik.lindberg@fimnet.fi)