
Siniketun hyvinvointi erilaisilla Ca:P suhteen dieeteillä: mitä röntgenanalyysi kertoo jalkojen taipuneisuudesta?

Loppuraportti

Hannu T. Korhonen, Pekka Eskeli & Juhani Sepponen

*Luonnonvarakeskus, Luke
Silmjärventie 2, 69100 Kannus*

(31.12.2014 saakka: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT)



Luke/MTT 22.1.2015

Hanke numero: 21990071

Rahoitus: STKL ja MTT/Luke

Tiivistelmä

Yksityiskohtaiset koejärjestelyt tarhakokeen osalta on esitelty aiemmassa loppuraportissa ”*Siniketun hyvinvointi erilaisilla Ca:P suhteen dieeteillä*” (17.9.2014 STKL). Nykyisen tutkimuksen tavoitteena oli selvittää mitä röntgenanalyysi kertoo kettujen jalkojen taipuneisuudesta. Etujaloista otettiin röntgenkuvat Kaustisella Nikulan hevosklinikalla 27.10.2014. Tulokset osoittivat, että ruokinnan voimakkuudella eikä Ca:P suhteella ollut vaikutusta värttinäluun maksimi- ja minimimittoihin. Ruokinnan voimakkuus ei vaikuttanut myöskään kyynärluun maksimileveyteen. Sen sijaan Ca:P suhde rehussa vaikutti kyynärluun maksimileveyteen eli kyynärluun maksimileveys oli alhaisin matalalla Ca:P dieetillä (1.5:1) ja suurin kontrollirehulla (2.0:1) (P=0.06). Ruokinnan voimakkuus vaikutti merkittävästi loppupainoihin. Painot olivat suurimmat vapaalla ruokinnalla (P=0.001). Ruokinnan voimakkuus vaikutti myös liikkumisvaikeuteen eli vapaasti ruokituilla oli enemmän liikkumisvaikeuksia (P=0.001). Ruokinnan voimakkuus ei vaikuttanut jalkojen taipuneisuuteen. Sen sijaan Ca:P suhde rehussa vaikutti taipuneisuuteen. Taipuneisuus oli suurinta alhaisella Ca:P dieetillä (1.5:1) ja vähäisintä korkealla Ca:P dieetillä (2.9:1). Liikkumisvaikeuden ja loppupainon välillä oli merkitsevä positiivinen korrelaatio eli mitä painavampi kettu, sitä suurempi liikkumisvaikeus. Taipuneisuus korreloi negatiivisesti kyynärluun maksimileveyden kanssa eli kyynärluun leveys oli pienin voimakkaimmin taipuneissa jaloissa. Liikkumisvaikeuksien ja jalkojen taipuneisuuden välillä oli positiivinen korrelaatio (P=0.07) eli liikkumisvaikeuksia oli enemmän niillä ketuilla, joilla oli enemmän taipuneisuutta jaloissa. Röntgenkuvat eivät paljastaneet näissä jaloissa mitään hälyttävää. Niissä ei näkynyt poikkeavaa luustossa (värttinäluu, kyynärluu) eikä myöskään nivelissä (rannenivel, kyynärnivel). Tämä viittaa siihen, että ketut joiden jalkojen taipuneisuus asteikolla 1-5 on 2, 3 tai 4, ovat luuston ja nivelten osalta pääosin terveitä. Koe tehtiin kasvavilla siniketuilla heinäkuusta marraskuun lopulle. Ketun pituuskasvu loppuu suunnilleen syyskuun puolen välin paikkeilla. Sen jälkeen alkaa pääasiassa massan lisääntyminen. Lihomisvaihe ajoittuu yleensä loka-marraskuulle. Näyttää siltä, että jalkojen taipuminen näin lyhyellä ajanjaksolla ei ole kovinkaan suuri hyvinvointiongelma ketulle. Korrelaatiotulokset osoittivat, että liikuntavaikeus liittyy selvästi korkeaan loppupainoon. Näin ollen isokokoisilla, lihavilla ketuilla on eniten liikkumisvaikeuksia. Tulokset myös osoittivat, että liikuntavaikeus on jossain määrin suhteessa jalkojen taipuneisuuteen. Jalkojen taipuneisuutta taas oli eniten alhaisen Ca:P dieetin (1.5:1) ketuilla. Näyttää siltä, että alhainen Ca:P dieetti voi ainakin jossain määrin omalta osaltaan ”aiheuttaa” jalkojen taipuneisuutta, mikä yhdessä korkean loppupainon kanssa aiheuttaa liikuntavaikeuksia.

Avainsanat: Sinikettu; jalkaterveys, röntgenanalyysi; ruokinnan voimakkuus; Ca:P dieetti

1 Johdanto

1. Lähtökohta ja tavoite

Kannuksessa (Luova Oy/MTT) tehtiin kasvatuskaudella 2013 koe ”*Siniketun hyvinvointi erilaisilla Ca:P suhteen dieeteillä*”. Hankkeesta on toimitettu loppuraportti STKL:lle 17.9.2014. Raportti ei sisältänyt röntgenkuvia eikä niihin liittyvää aineiston laajempaa analysointia. Tämä johtui siitä, että STKL alun perin kielsi jalka-aineiston röntgenkuvaukset. Talven/kevään 2014 aikana näytti siltä, että jalkojen röntgenkuvaus ei siksi toteudu. Elokuussa (28.8.2014) pidettiin Luovalla Oy:llä avoimien ovien päivät, jolloin keskustelin STKL:n tutkimustoimikunnan puheenjohtajan Markku Kujasen sekä eläinlääkäri Anna-Maria Moisanderin kanssa asiasta vielä kerran. Tuolloin Markku Kujanen pyysi Anna-Maria Moisanderia toimittamaan hakemuksen STKL:lle siitä, että jalat voitaisiin röntgenkuvata. Sain sähköpostilla vahvistuksen 7.10. 2014 Anna-Maria Moisanderilta. Jaloista otettiin röntgenkuvat Kaustisella Nikulan hevosklinikalla 27.10.2014.

Tämän raportin tavoitteena on selvittää mitä röntgenanalyysi kertoo kettujen jalkojen taipuneisuudesta.



2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Ryhmät ja ruokinta

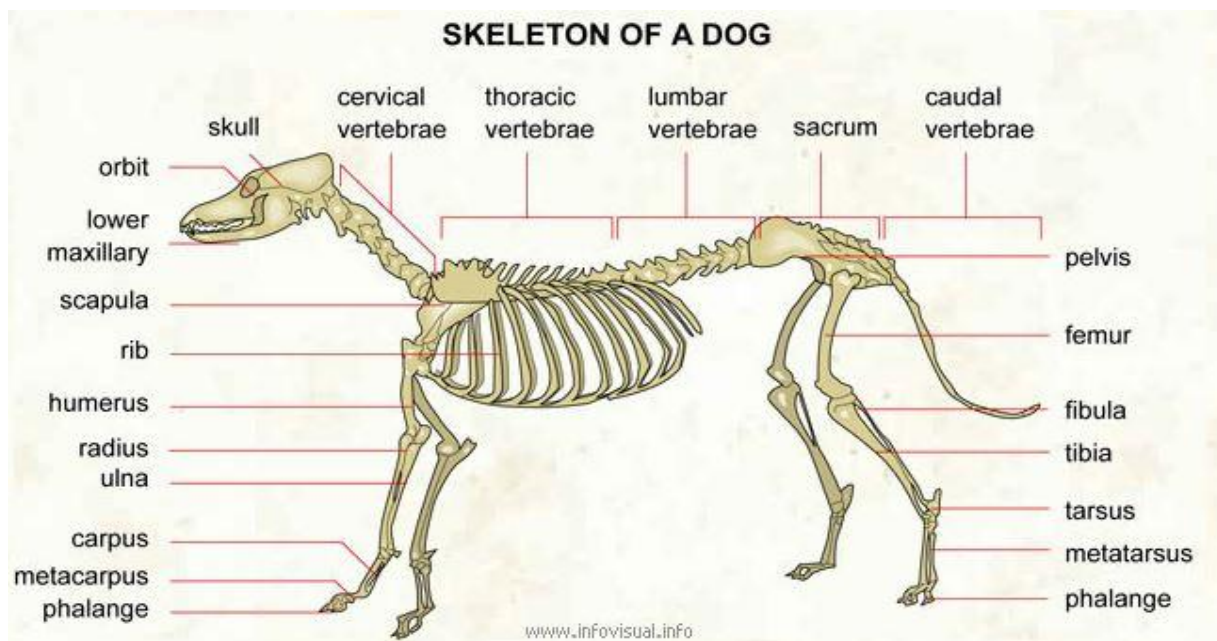
Tarhakoe suoritettiin Kannuksen tutkimustila Luova Oy:n tiloissa ajalla elokuu-marraskuu 2013. Koeryhmät olivat seuraavat:

1. Kontrolli: ketunrehu, tämänhetkinen Ca ja P pitoisuus (2.0:1), vapaa ruokinta
2. Alhainen Ca, Ca:P suhde 1.5:1., vapaa ruokinta
3. Korkea Ca ja normaali P, ”vinoutunut” Ca:P, Ca:P suhde 2.9:1, vapaa ruokinta
4. Kontrolli: ketunrehu, tämänhetkinen Ca ja P pitoisuus (2.0:1), rajoitettu ruokinta n. 60%
5. Alhainen Ca, Ca:P suhde 1.5:1., rajoitettu ruokinta n. 60%
6. Korkea Ca ja normaali P, ”vinoutunut” Ca:P suhde: Ca:P suhde 2.9:1, rajoitettu ruokinta n. 60%

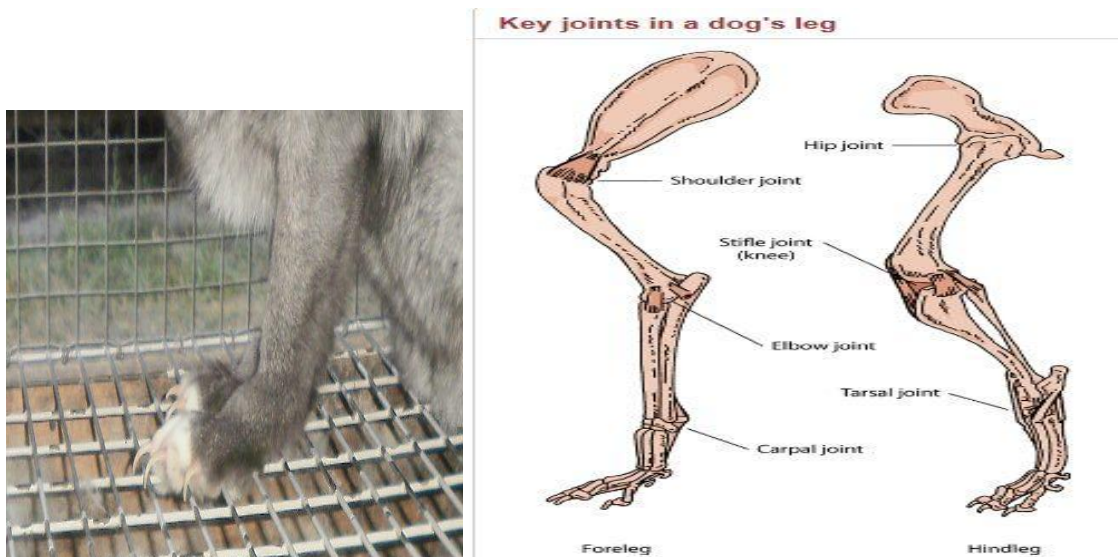
Yksityiskohtaiset koejärjestelyt ja rehut on tarkemmin esitelty aiemmassa loppuraportissa

”Siniketun hyvinvointi erilaisilla Ca:P suhteen dieeteillä”. Se on toimitettu STKL:lle 17.9.2014.

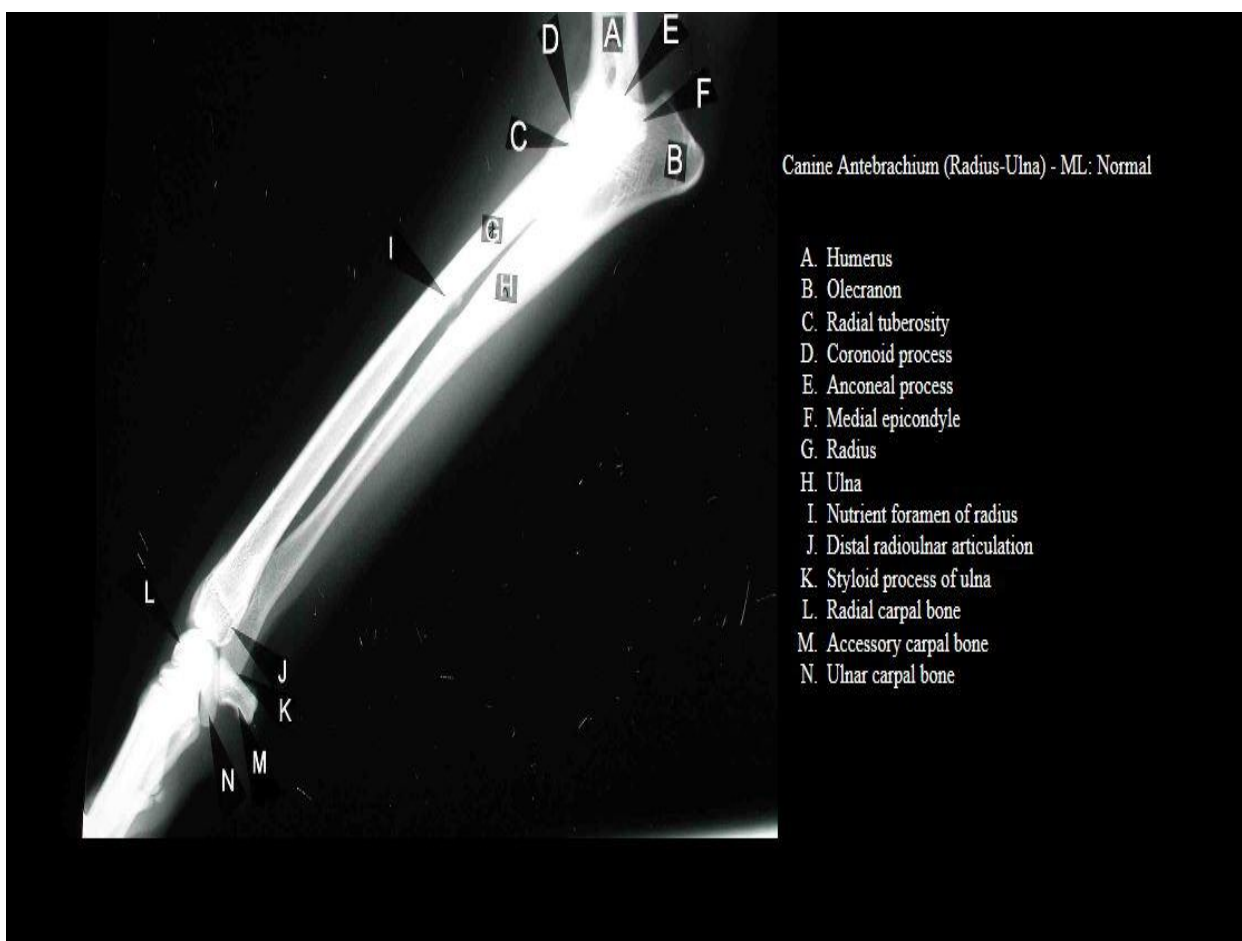
2.2 Ketun luusto



Kuva 1. Yleiskuva koiran luustossa. Kettu kuuluu koiraeläimiin, joten sama luuston rakenne on myös ketulla. Röntgenkuvat otettiin etujalasta; kyynärluu (ulna) ja varttinäluu (radius).

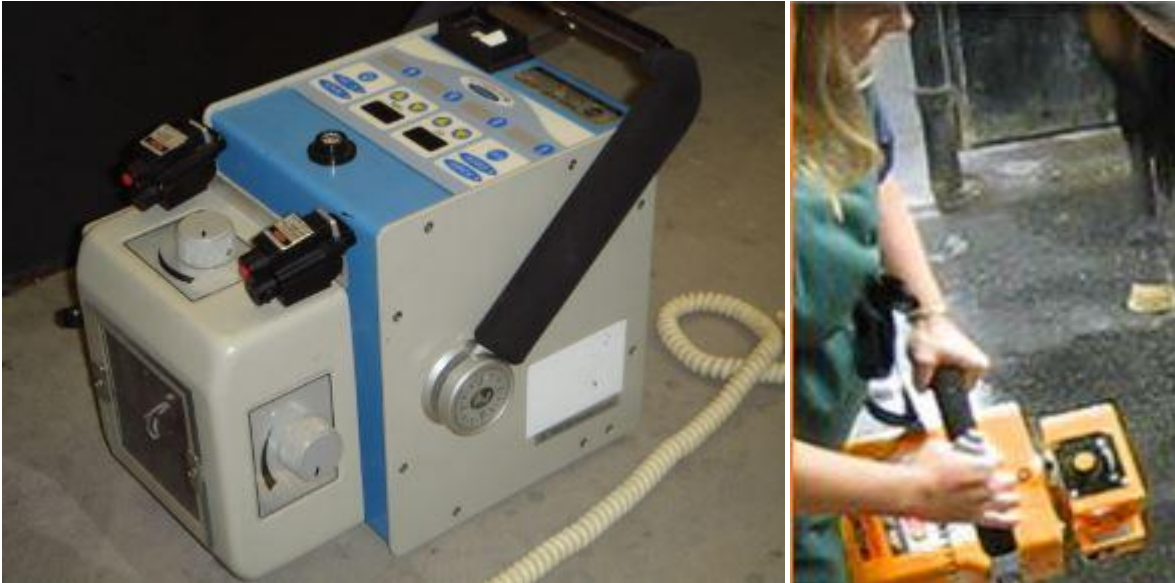


Kuva 2. Vasemmalla valokuva ketun etujaloista. Oikealla kuva koiran/ketun nivelistä. Etujalan (foreleg) nivelet jotka kuvattiin olivat rannenivel (carpal joint) ja kyynärnivel (elbow joint).



Kuva 3. Tarkempi kuva etujalasta. Kuvassa näkyvät mm. kyynärluu (ulna) ja värttinäluu (radius).

2.3 Röntgenanalyysit



Kuva 4. Etujaloista otettiin röntgenkuvat Kaustisella Nikulan hevosklinikalla 27.10.2014. Kuvassa näkyy röntgenlaite (Ajex 9015 HF kannettava röntgenlaite) . Kuvat otti klinikan henkilökunta.

2.4. Tilastolliset analyysit

Tilastolliset testit tehtiin SAS/STAT ohjelmalla, versio 9.2 (Copyright © 2009, SAS Institute Inc. SAS).

Ulnan ja radiuksen mitat sekä painomuuttujat analysoitiin seuraavalla lineaarisella mixed model-mallilla:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

missä μ oli yleinen keskiarvo, α_i ruokinnan voimakkuuden vaikutus (rajoitettu vs vapaa), β_j Ca:P suhteen vaikutus (1.5:1, 2.9:1, vertailu 2.0:1), ja $(\alpha\beta)_{ij}$ oli yhdysvaikutus. ε_{ijk} oli jäännösvirhe.

Aineiston normalisuus tarkistettiin jokaisessa analyysissä graafisesti hajontakuviosta (scatter plots of residuals, fitted values).

Luokittelevat muuttujat (jalkojen taipuneisuus ja liikkumisvaikeus) analysoitiin Fisherin tarkalla testillä.

Korrelaatiot laskettiin käyttäen Spearmanin korrelaatiota, koska osa muuttujista (taipuneisuus, liikkumisvaikeus) ei ollut normaalisti jakautunut.



Kuva 5. Kuvassa sinikettu, jonka jalkojen taipuneisuus asteikolla 1-5 oli 5=hyvin voimakkaasti taipuneet jalat. Tällaisia kettuja ei tässä kokeessa ollut.

3 Tulokset

3.1 Luiden mittasuhteet, painot, taipuneisuus ja liikuntavaikeus

Keskeisimmät tulokset löytyvät taulukoista 1. Ruokinnan voimakkuudella eikä Ca:P suhteella ollut vaikutusta värttinäluun maksimi- ja minimimittoihin. Ruokinnan voimakkuus ei vaikuttanut myöskään kyynärluun maksimileveyteen. Sen sijaan Ca:P suhde rehussa vaikutti kyynärluun maksimileveyteen eli kyynärluun maksimileveys oli alhaisin (10.42 mm) matalalla Ca:P dieetillä (1.5:1) (P=0.06).

Taulukko 1. Ulnan (kyynärluu) ja radiusen (värttinäluu) maksimi- ja minimileveys (mm). Loppu- ja lähtöpainot (g). Sinikettujen etujalkojen asentomuutokset luokiteltiin normaalista vakava-asteiseen viisiportaisella asteikolla. 5=erinomainen, 4=lievä, 3=selvä, 2=paha, 1=hyvin paha. Liikuntavaikeus= eläinten lukumäärä joilla lievää liikuntavaikeutta. Keskihajonnat (SD) esitetty suluissa. P₁= tilastollinen ero rajoitetun ja ad libitum ryhmien välillä; P₂=tilastollinen ero Ca:P tasojen välillä; P₃=tilastollinen ero: yhdysvaikutus. *P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001. ns=ei tilastollista eroa. R=rajoitettu, AL=vapaa ruokinta (ad libitum). 1-3 ryhmät.

| Muuttuja | R1 | R2 | R3 | AL1 | AL2 | AL3 | P ₁ | P ₂ | P ₃ |
|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| Ulna _{max} leveys | 10.56 (0.53) | 10.60 (0.52) | 10.50 (0.53) | 10.30 (0.48) | 10.33 (0.53) | 11.22 (0.83) | ns | 0.09 | 0.04 |
| Ulna _{min} leveys | 4.56 (0.81) | 4.75 (0.86) | 4.50 (0.47) | 4.55 (0.60) | 3.94 (0.53) | 4.22 (0.51) | 0.04 | ns | ns |
| Radius _{max} leveys | 9.56 (0.53) | 9.90 (1.29) | 10.00 (0.47) | 9.80 (0.42) | 9.06 (0.39) | 9.67 (0.87) | ns | ns | 0.08 |
| Radius _{min} leveys | 4.50 (0.83) | 4.60 (0.88) | 4.35 (0.71) | 4.55 (0.83) | 4.06 (0.46) | 4.33 (0.71) | ns | ns | ns |
| Loppupaino ^a | 13374 (1701) | 14079 (1247) | 12775 (1449) | 18922 (1597) | 17834 (2398) | 17316 (2213) | <0.001 | ns | ns |
| Lähtöpaino ^a | 5105 (325) | 5214 (229) | 5193 (352) | 5106 (462) | 5184 (488) | 5233 (824) | ns | ns | ns |
| Taipuneisuus | | | | | | | | | |
| Luokka 4 ^a | 6 | 1 | 7 | 8 | 6 | 3 | } ns | 0.06 | ns |
| Luokka 3 ^a | 2 | 8 | 1 | 2 | 4 | 6 | | | |
| Luokka 2 ^a | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | | | |
| Liikuntavaikeus | 1 | 1 | 0 | 9 | 6 | 4 | <0.001 | ns | ns |

Ruokinnan voimakkuus vaikutti merkittävästi loppupainoihin. Painot olivat suurimmat vapaalla ruokinnalla (P=0.001). Ruokinnan voimakkuus vaikutti myös liikkumisvaikeuteen eli vapaasti ruokituilla oli enemmän liikkumisvaikeuksia (P=0.001). Ruokinnan voimakkuus ei vaikuttanut jalkojen taipuneisuuteen. Sen sijaan Ca:P suhde rehussa vaikutti taipuneisuuteen (taulukko 1). Taipuneisuus oli suurinta alhaisella Ca:P dieetillä (1.5:1) ja vähäisintä korkealla Ca:P dieetillä (2.9:1).

Keskeisimmät Spearman'in korrelaatioanalyysin tulokset löytyvät taulukosta 2.

Liikkumisvaikeuden ja loppupainon välillä oli merkitsevä positiivinen korrelaatio eli mitä painavampi kettu, sitä suurempi liikkumisvaikeus. Taipuneisuus korreloi negatiivisesti kyynärluun maksimileveyden kanssa eli kyynärluun leveys oli pienin voimakkaimmin taipuneissa jaloissa. Liikkumisvaikeuksien ja jalkojen taipuneisuuden välillä oli positiivinen korrelaatio (P=0.07) eli liikkumisvaikeuksia oli enemmän niillä ketuilla, joilla oli enemmän taipuneisuutta jaloissa.

Taulukko 2. Korrelaatiot (Spearman) muuttujien välillä. Tilastolliset erot: *P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001: ^aP=0.07.

| | Ulna _{max} | Ulna _{min} | Radius _{max} | Radius _{min} | Loppu- paino | Lähtö- paino | Taipuneisuus |
|-----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| Liikk. | 0.134 | -0.027 | 0.020 | 0.069 | 0.574*** | 0.066 | 0.236 ^a |
| Ulna _{max} | | 0.352** | 0.215 | 0.306* | 0.109 | 0.218 | -0.275* |
| Ulna _{min} | | | 0.621*** | 0.705** | 0.012 | 0.304* | -0.055 |
| Radius _{max} | | | | 0.575*** | 0.001 | 0.259* | 0.052 |
| Radius _{min} | | | | | 0.166 | 0.169 | -0.045 |
| Loppupaino | | | | | | 0.184 | 0.097 |
| Lähtöpaino | | | | | | | 0.052 |

3.2 Esimerkkejä röntgenkuvista



Kuva 6. Esimerkkejä röntgenkuvista. A: (koodi 7 2). Ryhmä AL1. Ketun paino 20.045 kg. Taipuneisuus=3. B: (koodi 8 3). Ryhmä AL2. Ketun paino 19.805 kg. Taipuneisuus=4. C: (koodi 11 3). Ryhmä R1. Ketun paino 14.235 kg. Taipuneisuus=2. D: (koodi 13 1). Ryhmä R2. Ketun paino 21.395 kg. Taipuneisuus=4.

4 Pohdinta

Tämän raportin tulokset antavat lisäinformaatiota STKL:lle 17.9.2014 toimitettuun raporttiin ”*Siniketun hyvinvointi erilaisilla Ca:P suhteen dieeteillä*”. Sinikettujen jalkataipuneisuusongelmaa on nyt lähestytty röntgenkuvien ja niihin liittyvien tarkempien tilastoanalyysien avulla. Röntgenkuvien avulla on mahdollisuus tarkemmin nähdä luuston ja nivelien kuntoa ja rakennetta eri tavalla taipuneissa jaloissa (Korhonen ym. 2005). Alkuperäisessä tarhakokeessa kettujen jalkojen taipuneisuus arvioitiin asteikolla 1-5, jossa 1=täysin terve jalka ja 5= erittäin taipunut jalka. Kokeessa ei kuitenkaan löytynyt taipuneisuusasteikon ääripäitä eli ei ollut täysin terveitä jalkoja, mutta ei myöskään täysin taipuneita jalkoja. Tässä analyysissä kettujen taipuneisuus oli siis 2, 3 tai 4. Röntgenkuvat eivät paljastaneet näissä jaloissa mitään hälyttävää. Niissä ei näkynyt poikkeavaa luustossa (värttinäluu, kyynärnuu) eikä myöskään nivelissä (rannenivel, kyynärnivel). Tämä viittaa siihen, että ketut joiden jalkojen taipuneisuus asteikolla 1-5 on 2, 3 tai 4, ovat luuston ja nivelten osalta pääosin terveitä. Koe tehtiin kasvavilla siniketuilla heinäkuusta marraskuun lopulle. Ketun pituuskasvu loppuu suunnilleen syyskuun puolen välin paikkeilla. Sen jälkeen alkaa pääasiassa massan lisääntyminen eli lihominen. Lihomisvaihe ajoittuu yleensä loka-marraskuulle (Korhonen ym. 2005). Näyttää siltä, että jalkojen taipuminen näin lyhyellä ajanjaksolla ei ole kovinkaan suuri hyvinvointiongelma ketulle. Tosin kipututkimuksia olisi vielä syytä tehdä, jotta saadaan lopullinen varmuus asiaan.

Röntgenkuvista ei löytynyt viitteitä siitä, että värttinäluu tai kyynärnuu olisivat taipuneita, vaikka jalka elävällä ketulla näyttääkin taipuneelta. Jalkojen taipuneisuudessa ei siis ilmeisesti ole kyse luuston taipuneisuudesta, vaan jalat taipuvat nivelten (lähinnä rannenivel) kohdalta.

Korrelaatiotulokset osoittivat, että liikuntavaikeus liittyy selvästi korkeaan loppupainoon. Näin ollen isokokoisilla, lihavilla ketuilla on eniten liikkumisvaikeuksia. Tulokset myös osoittivat, että liikuntavaikeus on jossain määrin suhteessa jalkojen taipuneisuuteen. Jalkojen taipuneisuutta taas oli eniten alhaisen Ca:P dieetin (1.5:1) ketuilla. Näyttääkin siltä, että alhainen Ca:P dieetti voi ainakin jossain määrin omalta osaltaan ”aiheuttaa” jalkojen taipuneisuutta, mikä yhdessä korkean loppupainon kanssa aiheuttaa liikkuntavaikeuksia. Jalkojen taipuneisuus sinänsä ei välttämättä ole terveysongelma siniketulle. Taipuneisuus liittyy kuitenkin liikkumisvaikeuteen mikä saattaa johtaa ketulla tietynasteisiin hyvinvointiongelmiin (Korhonen ym. 2014).

Sana ”lagopus” merkitsee lumeen sopeutunutta jäniksenjalkaa. Metsäjäniksen alalajeja ovat napajänis ja lumikenkäjänis, joiden jalat ovat sopeutuneet hankaliin lumioloihin. Jänis tunnetusti vaihtaa talveksi valkoisen turkin ja sen jalka toimii lumikenkänä. Naali eli tarhattu sinikettu on tieteelliseltä nimeltään *Vulpes lagopus* (aiemmin *Alopex lagopus*). Myös esim. riekon (*lagopus lagopus*) nimessä on tuo sama lagopus. Samoin kiirunalla (*Lagopus muta*). Talveksi kiirunan jalkoihin kasvaa höyhenreunus ja kynsien pituus kaksinkertaistuu. Sille muodostuu ”lumikengät”. Riekon jalat ovat varpaita myöten höyhenpeitteisiä. Varpaat ovat lyhyet, mutta kynnet pitkät, ja jäljen pituus 4-5 cm. Varpaiden höyhenpeite piiryy lumijälkeen.

Ei ole tarkkaa tietoa, miksi naalillakin on nimessä tuo Lagopus eli jäniksenjalka. Se saattaa kuitenkin viitata siihen, että naalilla on kyky taivuttaa jalkansa/levittää tassun pinta-alaa, niin että se kantaa esim. lumessa. Naali on luonnossa arktisissa oloissa sopeutunut liikkumaan vaikeissa lumioloissa. Tämä saattaisi osaltaan selittää myös sen, miksi ketuilla tarhoilla on taipuneet jalat. Niillä on luontaista taipumusta siihen. Niiden jalat (luusto, nivelet) saattavat olla sopeutuneet sellaiseen asentoon. Tähän viittaavat myös kokeen röntgenkuvat, joissa ei löytynyt taipuneiden jalkojen luustossa eikä nivelissä mitään hälyttävää. Tämä on mielenkiintoinen teoria, jota on syytä jatkossa selvittää lisää.

On syytä korostaa, että ketun jalkojen taipuneisuuden voimakkuutta ei ole välttämättä helppoa arvioida. Osa ketuista pystyy nimittäin muuttamaan jalkojen asentoa; välillä ne pystyvät seisomaan aivan suorana ja sitten ne menevät lähes kyykkyyyn, jolloin jalka näyttää selvästi taipuneelta. Tämän takia luotettava jalkojen taipuneisuuden arviointi vaatii videokuvauksia. Näin tehtiin tässä kokeessa.

Jatkossa on tärkeä tutkia erityisesti niitä kettuja, joiden jalat ovat kaikkein pahiten taipuneita eli asteikolla 1-5 ne ovat 5. Tällaisia ei tässä kokeessa ollut. Tarvitaan siis voimakkaasti taipuneista jaloista röntgenkuvia, samoin on tehtävä kipututkimusta. Aiheuttaako jalkojen taipuneisuus todella kipua vai ei?? Jos se ei aiheuta, niin taipuneisuus ei ole kovin suuri hyvinvointiongelma.

TT 2020-eläinlääkärineuvonta –loppuraportissa (Lepistö ym. 2014) korostetaan ketun jalkojen osalta kahta keskeistä tutkimustarvetta jatkossa: 1) kettujen liikkumisvaikeuksien syyt; ja 2) etujalkojen taipuneisuuden merkitys eläinten hyvinvoinnille. Näihin on helppo yhtyä myös tämän röntgen-raportin pohjalta.

5 kirjallisuus

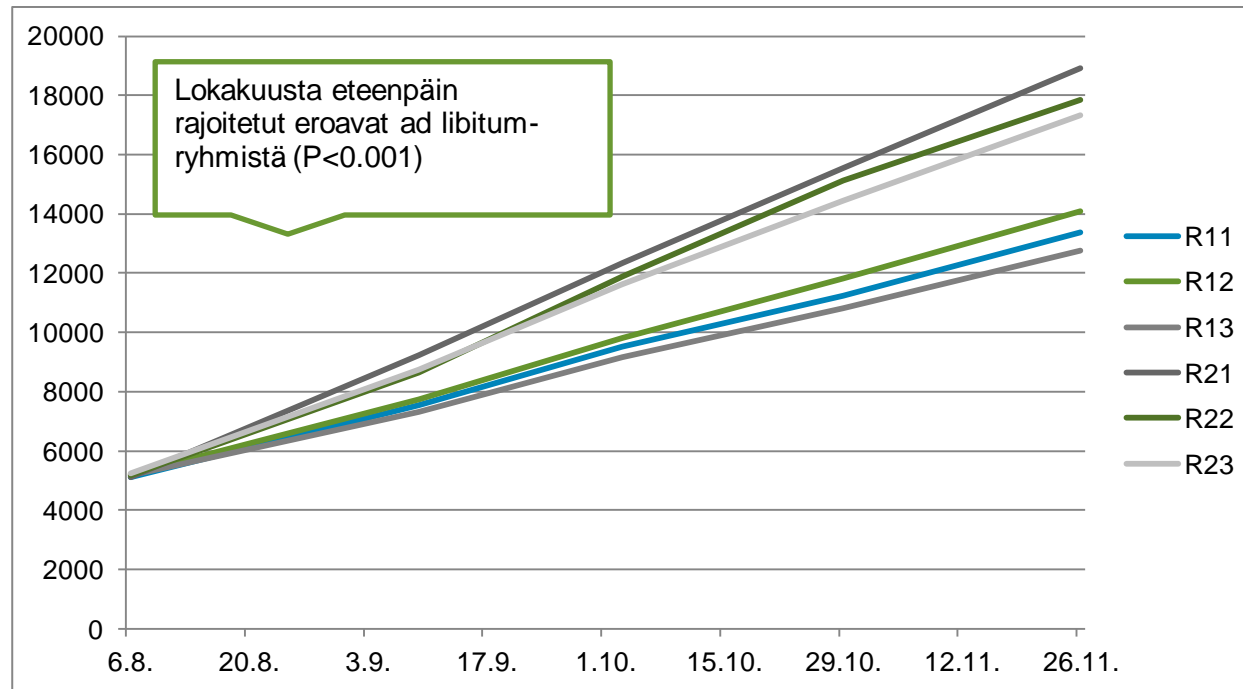
Korhonen, H.T., Happonen, M., Rekilä, T., Valaja, J. & Pölonen, I. 2005. Effects of diet calcium: phosphorous ratio and metabolizable energy content on development of osteochondrosis, foot bending and performance in blue foxes. *Animal Science* 80: 325-331.

Korhonen, H.T., Eskeli, P., Lappi, T., Huuki, H. & Sepponen, J. 2014. Effects of feeding intensity and Ca:P ratio on foot welfare in blue foxes (*Vulpes lagopus*). *Open Journal of Animal Sciences* 4: 153-164.

Lepistö, O., Halinen-Elomo, K. & Korhonen, V. 2014. TT 2020-eläinlääkärikuvaus.
Loppuraportti EnviroVet 14.11.2014. 11 s.



Liitteet



Kuva 7. Koeryhmien painonkehitys kokeen kuluessa. R11,R12 ja R13 rajoitetut ryhmät. R21, R22 ja R23 vapaasti ruokitut (ad libitum) ryhmät. Ruokintaryhmien sisällä ei eroa.

