

TIIVISTELMÄ HYPPYSUORITUKSEN JA -KORKEUKSIEN SEKÄ A-ESTEEN VAIKUTUKSESTA KOIRAAN

LEENA INKILÄ, HELI HYYTIÄINEN, ANNA BOSTRÖM

Alla Helsingin yliopiston Agilitytutkimus-ryhmässä tehty kooste koirien hyppäämiseen ja hyppykorkeuden vaikutukseen sekä vino- ja A-esteeseen liittyvistä tämänhetkisistä tieteellisistä tutkimuksista ja niiden merkityksestä urheilevien koirien hyvinvoinnille.

1 HYPPYESTE

1.1 HYPPÄÄMISEN BIOMEKANIikkaa

Biomekaanisissa tutkimuksissa mitataan tyypillisesti koiran nivelten kulmauksia ja niiden muutoksia suorituksen aikana tai koiran raajoihin kohdistuvia voimia. Nämä tutkimukset eivät suoraan kerro yhteydestä loukkaantumisiin tai vammoihin, mutta antavat pohjaa kliiniselle päättelylle. Esimerkiksi raajoihin kohdistuvat maksimaaliset kontaktivoimat auttavat arvioimaan koiraan kohdistuvaa kuormitusta hyppysuorituksen aikana. Nämä maksimivoimat kulkevat koiran raajan kudosten läpi. Yksilön kudosten sietokyvyn ylittäessään nämä voimat voivat johtaa mm. rasitusvammoihin. Lisäksi suoritusten aikana voidaan mitata mm. nivelten liikelaajuuksia. Toistuvat rasitus nivelen liikeradan ääripäässä voi aiheuttaa pehmytkudosten vaurioitumista.

Koiran ponnistaessa vauhdikkaasta lähestymisestä suoralla linjalla hypylle, jonka korkeus on 90% koiran säkäkorkeudesta, kohdistuu kuhunkin takaraajaan keskimäärin 1.5-1.7 kertaa koiran painon suuruinen pystysuuntainen maksimivoima (Söhnel ym. 2017). Vaikka takajalkojen ponnistus onkin hyvin yhtäaikainen, ei takaraajojen kuormitus ole kuitenkaan täysin symmetrinen: toinen takajalka tuottaa koko ponnistuksen keston aikana suuremman määrän ylöspäin suuntautuvaa voimaa (Söhnel ym. 2017). Myös etujalkojen roolit ovat ponnistuksessa erilaiset: jälkimmäisenä maahan osuva etujalka on ensin maahan osuvaa jäykempi ja toimii vipuvartena vaakasuuntaista liikettä pystysuuntaisesti muuttaessa (Söhnel ym. 2020). Raajan jäykkyys tarkoittaa sitä, että koira vastustaa lihastyöllä raajan nivelten koukistumista sen osuessa maahan.

Samalta, koiran säkäkorkeuden alittavalta hypyltä laskeutumisessa kuhunkin etujalkaan kohdistuu keskimäärin 2.5 kertaa koiran painoa vastaava pystysuuntainen maksimivoima (Söhnel ym. 2017). Ensin maahan osuva etujalka on jäykempi ja toimii laskeutumisessa vipuvarren tavoin auttaen laskeutumisessa pystysuuntaisen voiman muuttamisessa vaakasuuntaiseksi (Söhnel ym. 2020).

Etujalat toimivat hypyltä laskeutumisessa epäsymmetrisesti: jälkimmäisenä maahan osuvaan etujalkaan kohdistuu laskeutumisen keston aikana enemmän pystysuuntaisia voimia (Söhnel ym. 2017). Ensin maahan osuvalla etujalalla on suurempi rooli kiihdyttämisessä, kun taas jälkimmäiseen etujalkaan kohdistuu enemmän jarruttavia voimia (Söhnel ym. 2017). Eturaajojen kuormitus siis eroaa toisistaan.

Hyppyesteeltä laskeutuessa koiran paino jakautuu voimakkaammin etuosalle (60% etujaloilla, 40% takajaloilla) kuin tasamaalla laukatessa (58% etujaloilla, 42% takajaloilla) (Pfau ym. 2011). Agilitykoiran laskeutuessa lajin kilpailukorkeuksia vastaavalta hypyltä, ranne ojentuu voimakkaasti (235 astetta) ollen kyseisen nivelen liikelaajuuden ääriarjoilla (Castilla ym. 2020). Passiivissa taivutusmittauksissa ranteen ojentuminen on suurimmillaan noin 200 astetta (Jaegger, Marcellin-little, ja Levine 2002) ja ravaavilla koirilla on raportoitu ranteen ääriojentuminen olevan keskimäärin noin 210 astetta (Brady ym. 2013).

| TIIVISTETTYNÄ |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Raajoihin kohdistuvat maksimivoimat ja nivelten kulmat suoritusten aikana auttavat arviomaan koiraan kohdistuvaa rasitusta • Vauhdista hieman säkäkorkeuden alittavalta hypyltä laskeutumisessa kuhunkin etujalkaan kohdistuu 2,5x koiran painoa vastaava pystysuuntainen maksimivoima • Ensimmäisenä ja toisena maahan osuvien etujalkojen roolit ovat sekä ponnistuksessa että laskeutumisessa erilaiset ja näiden kuormitukset eroavat toisistaan. • Hypyltä laskeutumisessa koiran paino jakautuu voimakkaammin etuosalle kuin laukassa. • Laskeutumisessa koiran ranne ojentuu voimakkaasti. Toistettu rasitus liikelaajuuden ääri rajoilla voi altistaa pehmytkudosten vaurioille. |

1.2 HYPYKORKEUDEN VAIKUTUS RAAJOIHIN KOHDISTUVIIN VOIMIIN

Työkoirina käytetyillä saksanpaimenkoirilla ja belgianpaimenkoira malinoiseilla on todettu, että eturaajoihin kohdistuva pystysuuntainen maksimivoima kasvaa hyppykorkeuden noustessa. Hyppykorkeudella 63 cm keskimääräinen pystysuuntainen maksimivoima oli 3 kertaa koiran paino, korkeudella 79 cm 3.6 kertaa koiran paino ja korkeudella 94 cm 4.2 kertaa koiran paino. Joillain koirilla maksimivoima korkeimmalla korkeudella oli jopa 5x koira paino. Eturaajoihin kohdistuva maksimivoima siis kasvoi 1.4 kertaiseksi kun hyppykorkeus nousi 30 cm. Koska etujalat laskeutuvat epäsymmetrisesti, tämä maksimivoima ei jakaudu tasan etujalkojen kesken vaan toisella jalalla on tästä suurempi osuus. Voiman tarkempaa jakautumista ei tässä tutkimuksessa arvioitu. (Yanoff ym. 1992)

Samassa tutkimuksessa havaittiin eroja myös rotujen välillä: malinoiseilla maksimivoimat olivat keskimäärin suurempia kuin saksanpaimenkoirilla (Yanoff ym. 1992). Tutkijat arvioivat, että malinoisien etuosan rakenteen niukemmat kulmaukset voivat aiheuttaa sen, että eturaaja on laskeutumisessa jäykempi, mikä voi johtaa suurempaan maksimivoimaan (Yanoff ym. 1992). Takaosan osalta saksanpaimenkoirilla onkin todettu seistessä mitatun lonkan kulman olevan yhteydessä lonkan kulmaan A-esteen ja hypyn päällä sekä ojentumiseen hypylle ponnistuksessa (Blake ja Ferro de Godoy 2021). Toistaiseksi ei ole kuitenkaan tutkimusta siitä, millainen rakenne on hyppäämisen kannalta optimaalinen.

Tuoreessa tutkimuksessa verrattiin pienellä ryhmällä bordercollieita laskeutumisessa eturaajoihin kohdistuvia pystysuuntaisia maksimivoimia 40 cm ja 50 cm korkeuksien välillä. Koirat suorittivat hyppyesteet hyvin hitaalla, kontrolloidulla nopeudella. Näiden säkäkorkeuden alittavien hyppykorkeuksien välillä eroa ei havaittu. (Pogue, Zink, ja Kieves 2022)

Agilitykoirilla (bordercollieilla) on verrattu laskeutumisen aikaisia voimia koiran laukatessa, hypätessä pituusesteen (pituus 1,5 m, korkeus 38 cm), ja hypätessä hyppyesteen (korkeus 60 cm) (Pfau ym. 2011). Sekä etu- että takaraajojen pystysuuntainen maksimivoima oli korkein hyppyesteellä ja matalin tasamaalla laukatessa, pituusesteen asettuessa näiden väliin (Pfau ym. 2011). Etujalkoihin kohdistui hyppyesteeltä laskeutuessa keskimäärin 4,5 kertaa koiran painoa vastaava maksimivoima (Pfau ym. 2011). Vaikka tässä tutkimuksessa koirat hyppäsivät vain hieman yli säkäkorkeutensa, oli maksimivoima suurempi kuin Yanoff ym. suurimmalla korkeudella raportoima. On mahdollista, että Pfau ym. tutkimuksessa agilitykoirat ovat lähestyneet estettä suuremmalla nopeudella, koska este suoritettiin osana estesarjaa. Yanoff ym. tutkimuksessa koirat ovat ilmeisesti hypänneet kytkettynä hihnaan, eikä lähestymisnopeutta raportoitu. Myös muut tutkimusasetelmaan tai rotuihin liittyvät syyt voivat olla eron taustalla.

Jyrkempi laskeutumiskulma oli yhteydessä suurempaan pystysuuntaiseen maksimivoimaan ja impulssiin. Nämä muutokset olivat voimakkaampia etu- kuin takajaloilla. Jyrkempi laskeutuminen edellyttää myös suurempaa vaakasuunnassa kiihdyttävää voimatuottoa, jotta koira pystyy muuntamaan pystysuuntaisen liikkeen jälleen vaakasuuntaiseksi. (Pfau ym. 2011)

TIIVISTETTYNÄ

- Suurempi hyppykorkeus, ainakin koiran säkäkorkeuden ylittäessään, on yhteydessä suurempiin eturaajoihin kohdistuviin pystysuuntaisiin maksimivoimiin laskeutumisessa, mikä kertoo suuremmasta kuormituksesta eturaajoille.
- Jyrkempi laskeutumiskulma on yhteydessä suurempaan pystysuuntaiseen maksimivoimaan ja edellyttää koiralta voimakkaampaa kiihdytystä laskeutumisessa.
- Myös muut tekijät kuin hyppykorkeus vaikuttavat maksimivoimiin. Muun muassa koiran nopeudella ja rodulla voi olla vaikutusta.

1.3 HYPPIKORKEUDEN VAIKUTUS HYPPIKAAREEN JA NIVELKULMIIN

Toistaiseksi hyppykorkeuden vaikutusta nivelkulmiin on tutkittu videosta otetuista pysäytyskuvista hypyn muutamista vaiheista. Birch & Lesniak vertasivat vaihtelevista roduista koostuvalla pienellä kahdeksan koiran ryhmällä kahta hyppykorkeutta: 7% alle säkäkorkeuden ja 51% yli säkäkorkeuden. Mukana oli useita seisojia ja mm. dobermanni, joten suurimmilla koirilla ylempi hyppykorkeus on ollut jopa yli metrin. Korkeammalla hyppykorkeudella ponnistuksessa olka- ja kyynärnivel olivat koukistuneempia ja lanneranka-ristiluu alue sekä kinner ojentuneempia verrattuna matalaan hyppykorkeuteen. Hypyn päällä olka- ja kyynärnivel olivat koukistuneemmat. Laskeutumisessa eroja ei havaittu. (Birch ja Leśniak 2013)

Myöhemmässä bordercolleilla tehdyssä Birch ym. tutkimuksessa agilityesteen hyppykorkeutta nostettiin vähitellen 15 cm:stä korkeimmillaan 65 cm:iin (Birch, Carter, ja Boyd 2016). Analysointia varten hyppykorkeudet luokiteltiin suhteessa koiran säkäkorkeuteen kuuteen luokkaan (0-25%, 26-50%, 51%-75%, 76-100%, 101-125% ja 126-150% säkäkorkeudesta) (Birch, Carter, ja Boyd 2016). Hyppykorkeuden noustessa yli 75% koirien nopeus hidastui, millä voi olla myös loukkaantumiselta suojaavia vaikutuksia agilityssä (Birch, Carter, ja Boyd 2016). Palveluskoirien yksittäisellä hyppesteellä vaikutus vauhtiin on todennäköisesti pienempi.

Tutkimuksen koirien hyppekaaren pituus kasvoi ensin ollen pisimmillään korkeuksilla 51–125% säkäkorkeudesta. Yli 125% korkeuksilla hyppekaaren pituus puolestaan lyheni. Tutkijat arvioivat, että ylimmillä korkeuksilla koirat saattoivat lähestyä hyppekapasiteettinsa rajoja ja päästäkseen esteen yli koirien oli muokattava hyppeämistään voimakkaasti. Yli 75% hyppekorkeuksilla hypyn päällä koirat koukistivat olkanivelteään voimakkaammin kuin matalammilla esteillä. Laskeutumisessa niskan ja lannerangan ojennus kasvoi hyppekorkeuden kasvaessa. (Birch, Carter, ja Boyd 2016)

Nähdään siis, että suhteellinen hyppykorkeus vaikuttaa koiran nivelkulmiin. Tähänastisten tutkimusten perusteella ei voida arvioida miten merkittäviä nämä liikelaajuuden muutokset ovat vammausrisin kannalta. Agilitykoirilla nimenomaan olkanivelet ja selkä, joihin hyppykorkeudella on vaikutusta, ovat alttiita vammoille (Pechette Markley, Shoben, ja Kieves 2021; Inkilä ym. 2022; Cullen ym. 2013a). Vielä ei kuitenkaan tiedetä, millainen merkitys hyppykorkeudella on näiden vammojen syntyyn.

TIIVISTETTYNÄ

- Ponnistuksessa suurempi hyppykorkeus on yhteydessä voimakkaampaan olka- ja kyynärnivelen koukistukseen sekä suurempaan kintereen ja ristiluu-lannerangan alueen ojentumiseen.
- Hypyn päällä olka- ja kyynärnivelen koukistus on voimakkaampaa suuremmilla korkeuksilla.
- Laskeutumisessa korkeampi hyppykorkeus on yhteydessä niskan ja lannerangan ojentumiseen.
- Hyppykorkeuden ollessa yli 125 % koiran säkäkorkeudesta hyppekaaren pituus lyhenee, mikä voi liittyä koiran hyppekapasiteetin rajojen lähestymiseen.
- Useamman esteen sarjoilla koiran nopeus hidastuu hyppekorkeuden kasvaessa.

1.4 KOIRAN KOKEMUKSEN VAIKUTUS HYPPÄÄMISEEN'

Agilitykoirilla kokemattomuudella on havaittu yhteys suurempaan loukkaantumisriskiin (Cullen ym. 2013b), joskaan yhteyttä ei ole todettu kaikissa tutkimuksissa (Inkilä ym. 2022; Evanow ym. 2021). Myös biomekaanisissa tutkimuksissa on havaittu eroja kokeneiden ja aloittelevampien agilitykoirien välillä (hyppykorkeus 90% koiran säkäkorkeudesta) (Söhnel ym. 2020). Kokeneet koirat pystyvät sujuvammin vaihtamaan juoksemisesta hyppäämiseen ja laskeutumisessa takaisin laukka-askellukseen pystyen ylläpitämään suurempaa nopeutta kuin kokemattomimmat koirat (Söhnel ym. 2020). Ponnistuksessa kokeneet koirat osasivat asettaa takajalat paremmin vierekkäin ja käyttää niitä yhtäaikaisesti (Söhnel ym. 2020).

Laskeutumisessa aloittelevampien koirien eturaajat joustivat laskeutumisessa enemmän. Tutkijat arvioivat, että tähän saattaa liittyä suurempaa jarruttavaa (eksentristä) lihastyötä, johon liittyy suurempia lihasvoimia ja mahdollinen loukkaantumisriski. Toisaalta taas raajan liian suuri jäykkyys voi johtaa luun vaurioihin. (Söhnel ym. 2020)

On siis huomioitava, että erityisesti kokemattomilla koirilla hyppäämiseen voi liittyä suurempaa kuormitusta jo säkäkorkeutta alemmilla hyppykorkeuksilla. Tutkittua tietoa suuremmilla hyppykorkeuksilla aiheesta ei ole, mutta on mahdollista, että koiran suorituskapasiteetin rajoilla kokemuksen vaikutus on jopa suurempi.

TIIVISTETTYNÄ

- Agilityssä loukkaantumiset ovat mahdollisesti yleisempiä kokemattomammilla koirilla
- Agilitykoirilla koiran kokemuksella on vaikutusta hyppäämisen biomekaniikkaan
- Aloittelevammat koirat eivät pysty ylläpitämään vauhtia hypätessä yhtä hyvin kuin kokeneemmat koirat
- Laskeutumisessa aloittelevampien koiran eturaajat ovat joustavampia, mihin voi liittyä suurempaa jarruttavaa lihastyötä ja vammojen riski.

1.4 LOUKKAANTUMISKYSELYT

Agilitykoirilla loukkaantumisiin on kyselytutkimuksessa raportoitu usein liittyvän esteeseen törmäminen (Inkilä ym. 2022; Cullen ym. 2013a). Estesuorituksen aikana tapahtuneista loukkaantumisista 30% liittyi koiran törmäys esteeseen (Inkilä ym. 2022). Tilastollisesti eniten törmäyksiä tapahtui nimenomaan hypättävillä esteillä (Inkilä ym. 2022). Törmäykset ovat siis agilitykoirilla yksi merkittävästä loukkaantumisen aiheuttajista (Inkilä ym. 2022). Esteiden materiaalilla ja hajoamisella on todennäköisesti vaikutusta vamman syntyyn ja vakavuuteen törmäystilanteissa.

Suomessa vuonna 2020 renkaaseen yhdistettyjä loukkaantumisia raportoitiin hyvin vähän (1.6% esteillä tapahtuneista loukkaantumisista) (Inkilä ym. 2022), kun taas vuonna 2009 julkaistussa kansainvälisessä tutkimuksessa renkaalla tapahtuneita loukkaantumisia oli noin nelinkertaisesti (6% esteellä tapahtuneista loukkaantumisista) (Levy ym. 2009). Aiemman kyselyn aikoihin käytössä oli vielä kiinteä, hajoamaton rengaseste, kun taas vuonna 2020 Suomessa oli käytössä hajoava rengas. On mahdollista, että hajoavan renkaan käyttöönotto on osaltaan vähentänyt loukkaantumisia kyseisellä esteellä.

Laajassa kansainvälisessä agilitykoiria käsittelevässä kyselytutkimuksessa tuki- ja liikuntaelimestön vammat olivat yleisempiä koirilla, jotka hyppäsivät kilpailuissa 5-10 cm tai enemmän yli säkäkorkeutensa, verrattuna koiriin, joiden hyppykorkeus oli korkeintaan 5 cm yli säkäkorkeuden (Pechette Markley, Shoben, ja Kieves 2022). Vaikka tilastollinen yhteys ei todista syy-seuraus -suhdetta, on kuitenkin mahdollista että korkeampaan hyppykorkeuteen liittyvät suuremmat maksimivoimat, voimakkaampi olkanivelen koukistus tai niskan tai lannerangan ojennus toistetuksi suoritettuna altistavat koiran vammoille. Vastaavaa yhteyttä hyppykorkeuden ja loukkaantumisen välillä ei havaittu suomalaisessa kyselytutkimuksessa (Inkilä ym. 2022).

TIIVISTETTYNÄ

- Esteeseen törmäämisen on raportoitu liittyvän usein loukkaantumiseen agilitykoirilla
- Agilitykoirilla törmäyksiä tapahtui eniten hypättävillä esteillä
- Agilitykoirilla on viitteitä rengasesteellä tapahtuneiden loukkaantumisen vähentymisestä. Hajoavan renkaan käyttöönotto on mahdollinen syy vähenemiselle.
- Säkäkorkeuteen suhteutettuna korkeampia esteitä kilpailuissa hyppävillä agilitykoirilla on suurempi vammojen riski. Yhteyttä ei ole löydetty kaikissa tutkimuksissa eikä tulos todista syy-seuraus -suhdetta.

2 VINO- JA A-ESTE

Sekä poliisi- että agilitykoirilla on tehty tutkimusta vinoesteen ja/ tai A-esteen suorituksesta. Tutkimuksissa käytetyt esteet eivät ole täysin vastanneet Suomessa palvelukoirakokeissa käytössä olevaa vinoestettä, jonka korkeus on 180 cm ja jyrkkyys 70 astetta.

Agilitykoirilla on vertailtu ranteen ojentumista A-esteelle tullessa kolmella eri jyrkkyydellä: 40°, 35° ja 30° (harjakorkeus 120-150 cm) (Appelgrein ym. 2018). Ranteen ojentuminen oli keskimäärin 240 astetta (voimakas ojentuminen), mutta eri jyrkkyyksien välillä ei ranteen ojennuskulmassa havaittu eroja (Appelgrein ym. 2018). Tutkijat arvioivat, että jo loivemmillä jyrkkyyksillä ojentuminen oli maksimaalista eikä tästä syystä eroa jyrkkyyksien välillä ollut (Appelgrein ym. 2018). Tutkijoiden mukaan toistuva rasittuminen liikelaajuuden ääripäässä voi vaurioittaa pehmytkudoksia ja johtaa mm. nivelsidevammoihin (Appelgrein ym. 2018). Agilityn A-esteeltä laskeutuessa ranteen ojentumisen on raportoitu olevan lähes samaa luokkaa (235 astetta) (Castilla ym. 2020).

Jyrkempi A-este kuitenkin vaatii esteelle tullessa suurempaa eteenpäin kiihdyttävää voimaa (Appelgrein 2018). Lisäksi suurempi osuus raajojen tukivaiheen kestosta käytetään kiihdyttämiseen esteen ollessa jyrkempi (Appelgrein 2018). Ei tiedetä, kuinka tämä kiihdytys jakautuu A-esteellä etu- ja takajalkojen kesken. Poliisikoirien suorittaessa vielä jyrkempää vinoestettä (korkeus 196 cm, jyrkkyys 50°) tutkijat kuvailivat koirien tyypillisesti vetävän itseään ylöspäin ensin etujaloilla ennen takajalkojen osumista esteeseen (Blake ja Ferro de Godoy 2021). Esteen jyrkkyydellä ei ollut vaikutusta esteen pintaa nähden pystysuuntaisiin tai jarruttaviin voimiin (Appelgrein 2018). Myöskään esteeseen osumiseen liittyvä tärahdyys ei voimistunut jyrkkyuden noustessa (Appelgrein 2018).

Poliisikoirilla vinoesteen harjalla pysäytyskuvasta mitatut raajojen nivelten liikelaajuudet olivat ravin liikelaajuuksien rajoissa. Laskeutumisessa tai ponnistuksessa nivelten kulmia ei mitattu. Koirat hyppäsivät esteeltä alas keskimäärin 150 cm korkeudelta ja kääntyivät tässä koeasetelmassa kohti ohjaajaansa. (Blake ja Ferro de Godoy 2021)

Palveluskoirilla on tutkittu myös kiivettävän ns. seinäesteen korkeuden vaikutusta maksimivoimiin ja nivelkulmiin laskeutumisessa. Tutkimuksessa koirat (mm. labradorinnoutajia, bordercollieita ja saksanpaimenkoiria) kiipesivät seinäesteen, jonka korkeus oli joko 152 cm, 168 cm tai 183 cm Iso-Britannian Kennel Clubin koesääntöjen mukaisesti. Analyysyjä varten koirat jaettiin kahteen ryhmään: alle 25 kg ja yli 25 kg. Alle 25 kg koirilla seinäesteen korkeus ei vaikuttanut eturaajoihin kohdistuneeseen pystysuuntaiseen maksimivoimaan, mutta ranteen ojennus oli voimakkaampaa korkeimmalla esteillä: n. 242° matalimmalla korkeudella ja n. 247° korkeimmalla korkeudella. On mahdollista, että voimakkaampi jousto ranteessa oli koiran tapa vaihentaa iskua ja täten estää maksimivoiman kasvu. Ranteen voimakas ojentuminen voi kuitenkin kuormittaa alueen pehmytkudoksia erityisesti toistojen myötä. Suuremmilla, yli 25 kg koirilla ranteen ojentumiseen esteen korkeudella ei ollut vaikutusta, mutta maksimivoima oli suurempi ylimmällä korkeudella alimpaan korkeuteen verrattuna. (Carter, Boyd, ja Williams 2022)

Pienemmillä, alle 25 kg koirien kohdalla nähtiin viitteitä siitä, että painoon suhteutettu pystysuuntainen maksimivoima etujaloille olisi suurempi kuin suurilla koirilla: keskimäärin n. 1,2 kertaa koiran paino molemmille etujaloille jaettuna pienemmillä koirilla ja n. 0,4–0,5 kertaa koiran paino suuremmilla koirilla. Eron taustalla on todennäköisesti se, että pienemmille koirille seinäesteen suhteellinen korkeus oli merkittävästi suurempi ja koiran kyky vaimentaa iskua mahdollisesti suuren korkeuden vuoksi rajallinen. Nämä voimat ovat kuitenkin merkittävästi pienempiä kuin agilitykoirien hypyillä raportoidut: osaltaan selittävänä tekijänä voi olla hidas vauhti laskeutumisessa ja osaltaan erilaiset tutkimusmenetelmät, jotka eivät ole täysin verrannollisia. Tutkijat havaitsivat, että alimmalla korkeudella osa koirista pyrki kiipeämiseen sijaan kohti hyppymäisempää suoritusta. Tästä oli viitteenä myös etujalkojen eriaikaisempi maahan osuminen alimmalla korkeudella. (Carter, Boyd, ja Williams 2022)

Suomalaisilla agilitykoirilla A-esteellä tapahtuvia loukkaantumisia raportoitiin vain juoksukontaktina A-esteen suorittaneilla koirilla, vaikka aineistossa oli mukana runsaasti myös esteen pysäytyskontaktina suorittavia koiria (Inkilä ym. 2022). On mahdollista, että juoksukontaktiin liittyvä suurempi nopeus on riskitekijä loukkaantumiselle tai että juoksukontaktilla on suurempi riski esteen hallitsemattomaan suoritukseen. Aiemmissa loukkaantumiskyselyissä A-esteen suoritustekniikka ei ole raportoitu (Cullen ym. 2013a; Levy ym. 2009).

Esteiden mittoja ja ihannesuorituksia pohdittaessa on siis otettava huomioon useita tekijöitä. Valitettavasti monien vaikutuksesta on vasta hyvin suppeasti tietoa vino- ja A-esteellä.

TIIVISTETTYNÄ

- Vino- ja A-esteelle osuessaan koiran ranne ojentuu voimakkaasti, mutta esteen jyrkkyydellä ei ole havaittu yhteyttä ojennuksen suuruuteen.
- Jyrkempi A-este vaatii esteelle tultaessa koiralta suurempia eteenpäin kiihdyttäviä voimia
- A-esteen harjalla raajojen nivelkulmat ovat ravin liikelaajuuksien rajoissa
- Kiivettävällä seinäesteellä korkeudella on vaikutuksia maksimivoimiin ja ranteen ojentumiseen, mutta koiran koolla on merkitystä. Pienemmillä koirilla voimat ovat suurempia todennäköisesti siksi, että seinän säkäkorkeuteen suhteutettu korkeus on suurempi.
- Agilitykoirilla A-esteeseen liittyneitä loukkaantumisia on raportoitu enemmän juoksukontaktitekniikalla esteen suorittaneilla koirilla. Koiran suoritustekniikalla ja suorituksen nopeudella voi olla vaikutusta loukkaantumisriskiin.

3 NOUTOESINEEN KANTAMINEN

Labradorinnoutajilla on tutkittu kolmen eri painoisen (0,5 kg, 2 kg ja 4 kg) noutoesineen kantamisen vaikutuksia raajoihin kohdistuviin voimiin ja askellukseen koiran kävellessä. Jo kevyimmällä esineellä koiran paino siirtyi etuosalle: eturaajoihin kohdistuvat pystysuuntaiset maksimivoimat ja koko tukivaiheen aikana raajaan kohdistuvat voimat olivat suurempia kuin koiran kävellessä ilman esinettä. Takaosaan kohdistuvat voimat vuorostaan pienenevät. Esinettä kantaessa koiran eturaajan askelpituus lyheni ollen lyhyin koiran kantaessa 4 kg noutoesinettä. Painavimmalla esineellä myös takaraajojen askelpituus lyheni. (Bockstahler, Tichy, ja Aigner 2016)

Etuosalle siirtyvä paino kuormittaa koiran eturaajoja, minkä lisäksi esineen kannattelussa hyvin todennäköisesti merkittävässä roolissa on myös niskan lihaksisto ja muut rakenteet. Tietojemme mukaan esineen kantamisen vaikutuksia ei ole tutkittu laukkaavilla tai hypäävillä koirilla. Hyppykorkeuden noustessa koiran niskan ojennus laskeutumisessa kasvaa (Birch, Carter, ja Boyd 2016), vaatien niskaa ojentavien lihasten työtä. Tämä lihastyö on todennäköisesti vielä suurempi, kun koira lisäksi kannattelee noutoesinettä laskeutumisen aikana. Noutoesine myös entisestään lisää etuosan kuormitusta hypyiltä laskeutumisessa, mikäli esineen kantamisen vaikutukset ovat hypyillä samansuuntaisia kuin koiran kävellessä. Kevyillä koirilla, joille

noutoesineen paino on suhteellisesti suurempi, noutoesineen kantamisen vaikutukset ovat voimakkaampia kuin suuremman koiran kantaessa samaa esinettä.

TIIVISTETTYNÄ

- Jo 500 g noutoesineen kantaminen kävellessä siirtää koiran painoa etuosalle. Eturaajojen askelpituus myös lyhenee. Vaikutukset ovat suurempia esineen painon kasvaessa.
- Noutoesineen kantamisen vaikutuksia ei ole tutkittu hyppäämisen aikana. Esineen kantaminen voi entisestään lisätä koiran niskan lihaksiston ja eturaajojen kuormitusta hyppyltä laskeutumisessa.

4 YHTEENVETO

Hyppykorkeuden kasvaessa koiran raajoihin kohdistuvat voimat kasvavat ainakin säkäkorkeuden ylittävillä hyppykorkeuksilla. Lisäksi joiltain niveliltä vaaditut nivelkulmat merkittävästi voimistuvat ojennuksen tai koukistuksen suuntaan hyppykorkeuden noustessa. Näiden johdosta voidaan todeta koiran tuki- ja liikuntaelimistöön kohdistuvan kuormituksen kasvavan hyppykorkeuden noustessa. Tämänhetkisen tutkimustiedon valossa ei voida arvioida millä hyppykorkeuksilla loukkaantumis- ja vammatariskit ovat huomattavia. Tutkimuksissa on kuitenkin esitetty huolta toistuvien hyppöjen aiheuttamasta riskistä rasitusvammoilta. Tämän tutkimustiedon lisäksi myös traumariskin mahdollinen lisääntyminen hyppykorkeuden noustessa tulisi huomioida.

Jotta kuormitus, vaatimustaso ja vammojen riski olisivat kaikille koirille mahdollisimman samankaltaisia, tulisi hyppykorkeus suhteuttaa koiran säkäkorkeuteen.

Hyppyesteeseen törmäämiseen liittyy riski loukkaantumiselle. Tämän minimoiseksi tulisi esteen materiaali ja rakenne valita niin, että törmäystilanteessa loukkaantumisen riski on mahdollisimman vähäinen. Kiinteä este aiheuttaa kovemman iskun koiran osuessa siihen ja lisäksi suoritukseen liittyy esteeseen kiinnijäämisen vaara. Näistä syystä hyppyesteen tulisi olla hajoava.

Vino- ja A-esteen osalta tutkimustieto on vielä hyvin puutteellista, eikä nykytiedon valossa ole selvää millainen vinoesteen rakenne olisi turvallisen suorituksen kannalta optimaalinen. Se tiedetään, että jyrkempi este vaatii koiralta todennäköisesti suurempaa ponnistelua liikesuunnan muuttamiseksi.

Leena Inkilä

Eläinlääkäri, väitöskirjatutkija
Kliinisen hevos- ja pieneläinlääketieteen osasto,
Eläinlääketieteellinen tiedekunta,
Helsingin yliopisto

Heli Hyytiäinen

Fysioterapeutti, MSc (vet physio), FT, eläinten fysioterapian dosentti
Kliinisen hevos- ja pieneläinlääketieteen osasto,
Eläinlääketieteellinen tiedekunta,
Helsingin yliopisto

Anna Boström

Fysioterapeutti, MSc (vet physio), FT, post doc -tutkija
Kliinisen hevos- ja pieneläinlääketieteen osasto,
Eläinlääketieteellinen tiedekunta,
Helsingin yliopisto

Lisätiedot ja yhteydenotot leena.inkila@helsinki.fi / Leena Inkilä

LÄHDEVIITTEET

- Appelgrein, Carla. 2018. "Kinematic and Kinetic Gait Analysis of Agilty Dogs Entering the A-frame". *Journal of Chemical Information and Modeling* 53 (9): 1689–99.
- Appelgrein, Carla, Mark R. Glyde, Giselle Hosgood, Alasdair R. Dempsey, ja Sarah Wickham. 2018. "Reduction of the A-frame angle of incline does not change the maximum carpal joint extension angle in agility dogs entering the A-frame". *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 31 (2): 77–82. <https://doi.org/10.3415/VCOT-17-04-0049>.
- Birch, Emily, A Carter, ja J. Boyd. 2016. "An examination of jump kinematics in dogs over increasing hurdle heights". *Comparative Exercise Physiology* 12: 1–8. <https://doi.org/10.3920/CEP150037>.
- Birch, Emily, ja Kirsty Leśniak. 2013. "Effect of fence height on joint angles of agility dogs". *Veterinary Journal* 198 (SUPPL1): e99–102. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.09.041>.
- Blake, Scott, ja Roberta Ferro de Godoy. 2021. "Kinematics and kinetics of dogs completing jump and A-frame exercises". *Comparative Exercise Physiology* 17 (4): 351–66. <https://doi.org/10.3920/CEP200067>.
- Bockstahler, Barbara, Alexander Tichy, ja Patricia Aigner. 2016. "Compensatory load redistribution in Labrador retrievers when carrying different weights - a non-randomized prospective trial". *BMC Veterinary Research* 12 (1): 1–6. <https://doi.org/10.1186/S12917-016-0715-7/FIGURES/3>.
- Brady, Robert B., Alexis N. Sidiropoulos, Hunter J. Bennett, Patrick M. Rider, Denis J. Marcellin-Little, ja Paul DeVita. 2013. "Evaluation of gait-related variables in lean and obese dogs at a trot". *American Journal of Veterinary Research* 74 (5): 757–62. <https://doi.org/10.2460/AJVR.74.5.757>.
- Carter, Anne, Jacqueline Boyd, ja Ellen Williams. 2022. "Understanding the Impact of Scale Height on the Kinetics and Kinematics of Dogs in Working Trials". *Frontiers in Veterinary Science* 8 (helmikuuta): 1630. <https://doi.org/10.3389/FVETS.2021.742068/BIBTEX>.
- Castilla, Andrea, Brooke Knotek, Molly Vitt, ja Wanda Gordon-Evans. 2020. "Carpal Extension Angles in Agility Dogs Exiting the A-Frame and Hurdle Jumps". *Vet Comp Orthop Traumatol* 33: 142–46. <https://doi.org/10.1055/s-0039-3400484>.
- Cullen, Kimberly L., James P. Dickey, Leah R. Bent, Jeffrey J. Thomason, ja Noel M.M. Moëns. 2013a. "Internet-based survey of the nature and perceived causes of injury to dogs participating in agility training and competition events". *Journal of the American Veterinary Medical Association* 243 (7): 1010–18. <https://doi.org/10.2460/javma.243.7.1010>.
- Cullen, Kimberley L., James P. Dickey, Leah R. Bent, Jeffrey J. Thomason, ja Noel M.M. Moëns. 2013b. "Survey-based analysis of risk factors for injury among dogs participating in agility training and competition events". *Journal of the American Veterinary Medical Association* 243 (7): 1019–24. <https://doi.org/10.2460/javma.243.7.1019>.
- Evanow, Jennifer A., Gretchen VanDeventer, Gina Dinallo, Sabine Mann, Christopher W. Frye, ja Joseph J Wakshlag. 2021. "Internet Survey of Participant Demographics and Risk Factors for Injury in Competitive Agility Dogs". *VCOT Open* 04 (02): e92–98. <https://doi.org/10.1055/S-0041-1735843>.
- Inkilä, Leena, Heli Hyytiäinen, Anna Hielm-Björkman, Jouni Junnila, Anna Bergh, ja Anna Boström. 2022. "Part II of Finnish Agility Dog Survey: Agility-related injuries and risk factors for injury in competition-level agility dogs". *Animals* 12 (3): 227. <https://doi.org/10.3390/ani12030227>.
- Jaegger, Gayle, Denis J Marcellin-little, ja David Levine. 2002. "Reliability of goniometry in Labrador Retrievers". *American Journal of Veterinary Research* 63 (7): 979–86. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2002.63.979>.
- Levy, I, C Hall, N Trentacosta, ja M Percival. 2009. "A preliminary retrospective survey of injuries occurring in dogs participating in canine agility". *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 22 (4):

321–24. <https://doi.org/10.3415/VCOT-08-09-0089>.

- Pechette Markley, Arielle, Abigail B. Shoben, ja Nina R. Kieves. 2021. "Internet-based survey of the frequency and types of orthopedic conditions and injuries experienced by dogs competing in agility". *American Veterinary Medical Association* 259 (9): 1001–8. <https://doi.org/10.2460/JAVMA.259.9.1001>.
- . 2022. "Internet Survey of Risk Factors Associated With Training and Competition in Dogs Competing in Agility Competitions". *Frontiers in Veterinary Science* 8 (tammikuuta): 1562. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.791617>.
- Pfau, Thilo, Alison Garland de Rivaz, Stephanie Brighton, ja Renate Weller. 2011. "Kinetics of jump landing in agility dogs". *Veterinary Journal* 190 (2): 278–83. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.10.008>.
- Pogue, Joanna, Chris Zink, ja Nina R. Kieves. 2022. "Effects of jump height on forelimb landing forces in border collies". *Frontiers in Veterinary Science* 9 (joulukuuta): 1952. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1006990/BIBTEX>.
- Söhnel, Katja, Emanuel Andrada, Marc H E De Lussanet, Heiko Wagner, ja Martin S Fischer. 2017. "Kinetics in Jumping Regarding Agility Dogs". *Ilmenau Scientific Colloquium*.
- Söhnel, Katja, Christian Rode, Marc H.E. De Lussanet, Heiko Wagner, Martin S. Fischer, ja Emanuel Andrada. 2020. "Limb dynamics in agility jumps of beginner and advanced dogs". *Journal of Experimental Biology* 223 (7). <https://doi.org/10.1242/jeb.202119>.
- Yanoff, Susan R., D. A. Hulse, H. A. Hogan, Margaret R. Slater, ja M. T. Longnecker. 1992. "Measurements of Vertical Ground Reaction Force in Jumping Dogs". *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 05 (02): 44–50. <https://doi.org/10.1055/S-0038-1633066>.