



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Essi Fagerlund ja Elina Kostainen

Faskiamanipulaation® ilmeneminen hevosen lihasaktivaatiossa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Fysioterapeutti AMK

Fysioterapian tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

22.11.2019

Tekijät Otsikko	Essi Fagerlund ja Elina Kostainen Faskiamanipulaation® ilmeneminen hevosen lihasaktivaati- ossa
Sivumäärä Aika	27 sivua + 2 liitettä 22.11.2019
Tutkinto	Fysioterapeutti AMK
Tutkinto-ohjelma	Fysioterapian tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Fysioterapia
Ohjaajat	Fysioterapian yliopettaja Anu Valtonen Fysioterapian lehtori Leena Piironen
<p>Tässä opinnäytetyössä tutkittiin, havaitaanko hevosen lihasaktivaatiossa muutosta faskiamanipulaatiohoidon jälkeen verrattuna ennen hoitoa tehtyyn kontrollitason mittaukseen. Tutkimuksessa mitattiin vasemmalta ja oikealta puolelta hevosen lanneselän pitkän selkälihaksen sekä ison pakaralihaksen lihasaktivaatiota pinta-EMG-mittarilla. Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä eläinfysioterapeutti, luennoitsija, kouluttaja ja kirjailija Tuulia Luomalan sekä Fibrux Oy:n Mpower-edustajan ja fysioterapeutin Miikka Koskisen kanssa. Erityisesti selkäkivut, joihin faskiamanipulaatiosta on hyvää näyttöä ihmisillä, ovat hyvin yleisiä ratsastuskouluhevosilla. Lihasjännitysten helpottaminen on osa selkäkipujen hoitoa, joten on tarkoituksenmukaista tutkia, ilmeneekö faskiamanipulaatiohoidon jälkeen muutoksia lihasten aktivaatiotasoissa.</p> <p>Lihasten funktiot huomioiden pakaralihaksen aktivaation tulisi olla suurempi kuin pitkän selkälihaksen aktivaatio ja puolten tulisi olla symmetriset hevosen kävellessä. Ennakkoletuksenamme oli, että lihasaktivaatio muuttuisi hevosen optimaalista liikettä tukevaan suuntaan ja havainnot kertoisivat myös mahdollisen selkävun helpottamisesta. Tässä työssä tuloksia vertailtiin lihasaktivaation muutosten ja suhteellisten suuruuksien mukaan sekä suhteessa faskiamanipulaatioon kuuluvan arvioinnin havaintoihin. Tutkimuskirjallisuuden verrattuna sekä mittaustulokset, käsittelyn loppuarvion havainnot että hevosten liisääntynyt liikkumishalukkuus tukivat ennakkoletustamme.</p>	
Avainsanat	Hevosten faskiamanipulaatio, hevosfaskiamanipulaatio, Mpower, pinta-EMG, lihasaktivaatio, faskia

Authors Title	Essi Fagerlund, Elina Kostainen Muscle Activity in Equine Fascial Manipulation®
Number of Pages Date	27 pages + 2 appendices November 2019
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Physiotherapy
Specialisation option	Physiotherapy
Instructors	Anu Valtonen, Principal Lecturer Leena Piironen, Senior Lecturer
<p>The purpose of this study was to explore the effects of Fascial Manipulation on muscle activity in horses. We measured the muscle activity of the lumbar longissimus dorsi and gluteus medius muscles on both sides with surface EMG. The study was carried out in collaboration with animal physiotherapist, lecturer, instructor and writer Tuulia Luomala and physiotherapist Miikka Koskinen representing Mpower muscle activation monitor by FibruX. In humans, Fascial Manipulation has good evidence in treating back pain, which is also very common in riding school horses. Relieving muscle tension plays a big part in treating back pain in general, so it is well validated to explore if Fascial Manipulation has any effect on muscle activity.</p> <p>Considering the functionalities of the measured muscles in walk, the gluteus medius should have greater values of activity than the longissimus dorsi muscle. We hypothesized that the muscle activities would improve according to their roles in contributing to the horses' optimal movement and the observations would implicate a relief in the possible back pain. We compared the changes and proportions of the measured EMG results to the observations of the Fascial Manipulation treatment. Our measurements, the observations and the horses' improved desire to move forward were compared to the findings in research literature. It could be concluded that Fascial Manipulation had a favorable effect on the horses' movement and muscle activity.</p>	
Keywords	Equine Fascial Manipulation, horse, Mpower, electromyography, surface EMG, muscle activation, fascia

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Hevosten fysioterapia	4
2.1	Hevosen faskiaketjut	4
2.2	Lihasaktivaatio	5
2.3	Hevosen selkävivot	7
2.4	Faskiamanipulaatio hevosilla	9
3	Työn tarkoitus	11
4	Tutkimusmenetelmä	13
5	Tulokset	15
6	Pohdinta	19
	Lähteet	24
	Liitteet	
	Liite 1. Mittauskohdat	
	Liite 2. Mpower-kuvaajat	

Kuvioluettelo

Kuvio 1. Pakaralihasten aktivaatiotehot.	15
Kuvio 2. Selkälihasten aktivaatiotehot.	16
Kuvio 3. Suhteelliset puolierot.	17
Kuvio 4. Pakara- ja selkälihasten aktivaation suhde.	18
Kuvio 5. Kävelyajat.	18

1 Johdanto

Eläinten hyvinvoinnin alat yleistyvät Suomessa ja maailmalla huimaa tahtia. Perinteisen eläinlääkärin ammattikunnan taustalle on tullut joukko muita eläinten hyvinvoinnin ammatteja. Hevonen on arvokas eläin, koska hevosen harjoittaminen kilpatasolle saakka kestää vuosia ja sen ylläpitäminen on kallista. Hevosen jalat ovat sirot suhteessa ruumiin kokoon, joten hevosen terveys ja toimintakyky ovat hyvin riippuvaisia tuki- ja liikuntaelimestön toiminnasta. Hyvän hevosen loukkaantuessa tai saadessa muita tuki- ja liikuntaelinten ongelmia sen hoitoon kannattaa panostaa. Hevonen on luonnostaan pakoeläin, jolloin se välttää näyttämästä heikkouksiaan hyvin taitavasti. Hevosen kipuja on siten vaikea arvioida ja diagnosoida.

Hevosille tarjottavien palveluiden hyödyt tiedostetaan nykyään paremmin myös harrastehevosten keskuudessa, ja niiden hyvinvointiin satsataan yhä enemmän. Nousevia aloja ovat hevoshieronnan lisäksi esimerkiksi hevosten fysioterapia, kiropraktiikka ja osteopatia. Lisäksi eläinten fysioterapian sisälläkin sovelletaan uusia fysioterapiamenetelmiä hevospuolelle jatkuvasti, kun niiden suosio ihmisten hoitoina kasvaa. Samoin kuin ihmisillä on fysioterapian tavoitteena eläimilläkin kivuttoman optimaalisen toiminnan palauttaminen sekä toimintakyvyn menettämisen ennaltaehkäiseminen (McGowan – Stubbs – Jull 2007). Fysioterapian alalla ohjauksen, liikeharjoitusten ja venytysten lisäksi suuri osa terapiaa ovat usein erilaiset manuaaliset tekniikat, joissa on monta suuntausta. Faskiamanipulaatio® on yksi fysioterapeuttisista hoitomenetelmistä, joita on otettu käyttöön myös hevosilla.

Hevosen selkäkivut on tunnistettu jo kymmeniä vuosia merkittäväksi tekijäksi hevosen suorituskyvyn kannalta, ja toisaalta niiden diagnosoinnin ongelmat ovat yhä ajankohtaisia (Jeffcott 1979; Groesel – Zsoldos – Kotschwar – Gfoehler – Peham 2010). Lesimplen ym. (2012) tutkimuksessa huomattiin, että hevosen selkälihasten aktivaatiotasokorreloi ammattilaisen tekemien palpaatiohavaintojen kanssa, ja kohonneen lihasaktiivisuuden todettiin siten indikoivan hevosen selkäkipua. Faskiamanipulaatio on fysioterapiamenetelmä myös hevosten kiputilojen ja liikehäiriöiden hoitoon, ja se on ihmisillä saanut aikaan hyviä tuloksia esimerkiksi selkäkipujen hoidossa (Branchini ym. 2015; Harper – Steinbeck – Aron 2019). Siksi halusimme tässä työssä tarkastella, kuinka kokonaisvaltaisesti faskiamanipulaatiokäsittely mahdollisesti näkyy hevosen lihasaktivaatiossa.

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin, näkykö hevosen lihasaktivaatiossa muutosta faskiamanipulaatiohoidon jälkeen verrattuna ennen hoitoa tehtyyn kontrollitason mittaukseen. Tutkimuksessa mitattiin lihasaktivaatiota ihon pinnalta elektromyografialla (pinta-EMG) hevosen lanneselän pitkästä selkälihaksesta sekä isosta pakaralihaksesta molemmiin puolin. Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä hevosten faskiamanipulaation kehittäjän, eläinfysioterapeutin, luennoitsijan, kouluttajan ja kirjailijan **Tuulia Luomalan**, sekä Fib-rux Oy:n fysioterapeutin **Miikka Koskisen** kanssa.

2 Hevosten fysioterapia

McGowan ym. (2007) toteavat, että eläinfysioterapian puolelta puuttuu edelleen systemaattisia kirjallisuuskatsauksia sekä toimintaohjeistuksia, jotta myös eläinten fysioterapia olisi todella näyttöön perustuvaa. Korkean tason tutkimusnäytöt puuttuvat, vaikka manuaalisen terapian eri muotoja on osoitettu tuloksellisiksi sekä ihmisillä että hevosilla (Hausler 2009; Goff 2009). On tutkittu, että selkärangan manipulaatiohoito ja refleksien inhibitioterapia alentavat hevosen selän lihasaktivaatiota käynnissä (Wakeling – Barnett – Price – Nankervis 2006). Hevosilla erityisesti hieronnan vaikutuksista on saatu näyttöä stressikäyttäytymisen ja selän alueen kipureaktioiden vähenemisestä. Pienen otoskoon tutkimuksessa todettiin myös hevosten askelpituuden kasvaneen hieronnan jälkeen. (Hausler 2009.)

Ihmisillä kuntoutuksessa tavoitellaan parhaita tuloksia yhdistämällä motorisen kontrollin harjoitteita ja manuaalisia tekniikoita (Goff 2009). Esimerkkejä hevosille kohdistetuista fysioterapian menetelmistä ovatkin aktiiviliikkeiden ohjaamisen lisäksi venyttelyt, hieronta ja muut pehmytkudostekniikat, nivelmanipulaatiot sekä teippaukset (Goff 2009; Hausler 2009). Manuaaliset tekniikat vaikuttavat eri mekanismein tuntoaistimuksiin, lihasjärjestelmään, niveliin ja asennonhallintaan sekä kiputunteuksiin ja voivat vaikuttaa hevoseen rauhoittavasti (Goff 2009; Hausler 2009). Faskiamanipulaatio on manuaalisena käsittelynä hyvä lisä hevosen harjoittamisen tueksi, sillä tavoitteena oleva kivun lievittäminen auttaa oikeiden lihasten aktivointia ja liikemallien löytämistä.

2.1 Hevosen faskiaketjut

Tässä työssä sana faskia viittaa erityisesti lihasten sisäiseen sekä niitä ympäröivään ja yhdistävään kudokseen, joka muodostaa syvän faskiakerroksen. Faskiat ovat osa hevosen lihasjärjestelmää (Goff 2009), jossa jännityksen välittyminen lihaskalvojen läpi vaikuttaa lihasvoimaan (Schleip – Klingler – Lehmann-Horn 2005). Faskioiden lihaksia yhdistävä rakenne vastaa asennosta ja eri liikemalleista sekä niiden hallinnasta (Stecco, 2018: johdanto). Sidekudoksissa on paljon aistinelimiä, jotka aistivat lihaksen pituutta, jännitystasoa sekä painetta. Nämä reseptorit vievät aistimukset keskushermostoon, joka ohjaa liikkeen sekä asennon mahdollisimman luonnolliseksi. (Kauranen 2010: 349; Luomala – Pihlman 2017: 66, 72.) Myös hevosella liikkuminen mukautuu siihen, mitä reseptorit aistivat. Faskiaa käsiteltäessä kudoksen mekanoreseptorit reagoivat kosketukseen ja käynnistävät sarjan fysiologisia ja hermostollisia vasteita sekä

suoraan käsittelyn kohteessa että kehossa kokonaisuudessaan (Simmonds – Miller – Gemmell 2012).

Dissektioilla on tutkittu, että hevosten kineettiset faskiaketjut eivät juurikaan eroa ihmisten faskiaketjuista (Elbrønd – Schlutz 2014). Liikkuessa lihasvoiman välittyminen suoraviivaisesti eri linjoja pitkin kehon läpi riippuu lihaskalvojen toiminnasta. Pakara- ja pitkä selkälihas kuuluvat hevosen dorsaaliketjuun. Hevosella ojentava ja eteenpäin vievä dorsaaliketju toimii vastakkain asentoa kokoavan ventraaliketjun kanssa. (Higgins – Martin 2012: 43-44.) Jos voiman välittyminen on estynyt, hevonen joutuu tuottamaan suhteellisesti enemmän voimaa jostain muualta ketjun varrelta kompensoidakseen menetetyt voimat. Ihmisillä on tutkittu, että koordinaatio- ja tasapaino-ongelmat, proprioseptiikan muutokset, myofaskiaalinen kipu ja lihaskrampit ovat yhteydessä syvään faskiaan (Stecco – Stern – Fantoni – De Caro – Stecco 2015). Nelijalkaisilla voi olla 167 erilaista askellajien rytmiä, joista osaa ei esiinny luonnollisesti (Clayton – Leach – Ormrod 1984). Hevosen käynti on symmetrinen askellaji (Hildebrand 1965), jossa oikean ja vasemman etu- ja takajalan askeleen ajoitukset ovat samat (Robilliard – Pfau – Wilson 2007). Hevosen käynnissä havaittavat ja EMG-mittauksessakin nähtävät puolierot ja muutokset voivat olla samalla tavoin yhteydessä lihasketjuihin kuin ihmisten koordinaatio-ongelmat ja kiputilat.

2.2 Lihasaktivaatio

Pinta-elektromyografia (pinta-EMG) mittaa hermoista lihasyksiköille tulevaa sähkövirtaa ihon pinnalle asetettavalla elektrodilla. Isoissa lihaksissa ja syvemmissä lihaskerroksissa tarkemman mittaustuloksen saa lihaksensisäisillä elektrodeilla (mm. Lesimple – Fureix – Biquand – Hausberger 2013; Williams 2018). Hyvin pieniä lihaksia mitattaessa pinta-EMG vastaanottaa sekoittavia signaaleja myös viereisiltä lihaksilta (mm. Licka – Frey – Peham 2009). Pinta-EMG on kuitenkin hyvin kajoamaton menetelmä eikä aiheuta haittaa tutkimuskohteelle (Williams 2018), ja pintaelektrodit ovat helppokäyttöisiä isoilla testiryhmillä (Lesimple ym. 2013).

EMG-signaalista voidaan saada paljonkin erilaisia tietoja, mutta sen tulkitseminen voi olla haastavaa (Merletti – Rainoldi – Farina 2001). EMG-mittaukset on kuitenkin otettu tärkeäksi työkaluksi hevosten lihastoiminnan tutkimisessa (Licka ym. 2009). Tänäkin päivänä hevosen selkäkipujen tarkan diagnoosin tekeminen ja hoitoennusteen antaminen on hyvin vaikeaa, ja ne vaativat usean diagnostisen välineen hyödyntämistä, joista

yhtenä käytetään EMG:tä (Burns – Dart – Jeffcott 2018; García-López 2018). Hevosilla EMG:tä käytetään lisäksi esimerkiksi neuromuskulaarijärjestelmän tutkimiseen, lihasaktivaatiojärjestyksen ja lihassupistuksen voimakkuuden arviointiin (van Wessum – van Sloet Oldruitenborgh-Oosterbaan – Clayton 1999) sekä lihasaktiivisuuden alku- ja loppuhetkien ajoitukseen ja eri liikkeisiin osallistuvien lihasten tunnistamiseen (Williams 2018).

Hevosilla EMG-mittausten virhelähteet ovat samoja kuin ihmisillä. Pinta-EMG:n käytön ongelmiksi nousevat usein yksilökohtaiset variaatiot, sensorin asettelun epätarkkuus, sensorien liikkuminen suhteessa mitattavaan lihakseen liikkeen aikana, lika, rasva ja karvakerros sekä EMG-signaalin saamat häiriöt ja läheisten lihasten aiheuttamat virhelukemat (Licka ym. 2009; Lesimple ym. 2012; Valentin – Zsoldos 2016; Williams 2018). Myös hevosen vireystila tai pelokkuus vaikuttavat lihasten aktiivisuuteen ja siten signaalin voimakkuuteen (Lesimple ym. 2012). Hug (2011) on listannut hyvin samanlaisia huomionkohteita kootessaan yhteen mittaamisen, mittareiden sekä tulosten jälkikäsitteilyn edellytyksiä lihaskoordinaation luotettavaa tarkastelua varten.

Suurinta osaa mittausten ongelmista voidaan minimoida mittauksen järjestelyillä ja jälkikäsitteilyllä, mutta virhelähteitä ei koskaan saada kokonaan pois (Hug 2011). Muuttuvien tekijöiden vaikutusta pinta-EMG-mittauksissa lisää se, että eläimillä tehtäviin EMG-mittauksiin ei ole standardoitua tutkimusprotokollaa (van Wessum ym. 1999; Valentin – Zsoldos 2016). Joihinkin tekijöihin ei voida vaikuttaa ollenkaan: Geometrisiä tekijöitä ovat elektrodin koko, muoto ja niiden välinen etäisyys sekä anatomisia ja fysiologisia tekijöitä lihaksen koko ja muoto, motoristen yksiköiden rakenne ja jakauma sekä ihon ja ihonalaisen kudoksen paksuus (Merletti ym. 2001; De Luca – Gilmore – Kuznetsov – Roy 2010). Voimakkaimman signaalin saamiseksi elektrodi tulee asettaa suoraan iholle ja lihaksen paksuimpaan kohtaan (Merletti ym. 2001). Lihaksen EMG-aktivaatio ei merkittävästi riipu hevosen painosta tai kävelynopeudesta, eikä EMG:llä mitattava aktivaatiotaso kerro lihaksen tuottaman voiman suuruudesta (Licka ym. 2009).

Tässä työssä käytetyssä Mpower-laitteessa on hieman erilaista mittaustekniikkaa kuin perinteisissä elektrodien välistä sähkövirtaa mittaavissa laitteissa. Mpower-laitteen teknologia on kehitetty vähentämään virhelähteitä ja signaalin häiriötekijöitä sekä monipuolista tulosten ilmaisua varten. Mpower hyödyntää sähkövirran aiheuttamia muutoksia magneettikentässä, ja kunkin lihaksen päälle asetetaan vain yksi elektrodi. Elektro-

dit vahvistavat signaalia jo mittauksen yhteydessä, ja sovellus käsittelee signaalin sen taajuuden ja tehospektrin perusteella eikä monen laitteen tapaan amplitudiperusteisesti. (Mpower n.d.; Koskinen 2019.) Mpowerin antamat aktivaatiotehot ja lihaksen aktivoitumisen alku- ja loppuajat korreloivat tutkitusti erinomaisesti laboratoriolaitteiden kanssa (Borg - Laxåback- Sandström 2015).

Motoriset yksiköt aktivoituvat tarvittavan voiman mukaan, ensin hitaiden ja sitten nopeiden lihassolujen yksiköt. EMG-laitteilla voidaan erotella signaalien ajoitusta, taajuutta sekä intensiteettiä, joista intensiteetti kertoo lihaksen aktivaatiotasosta ja taajuus korreloi hitaiden ja nopeiden yksiköiden kanssa. (Wakeling – Kaya, M. – Temple – Johnston – Herzog 2002.) Tässä työssä Mpowerin sovelluksen esittämässä tuloksissa ei ole erottelua korkean ja matalan taajuuden välillä, mutta voidaan päätellä, että käynnissä ja vaatimustason ollessa matala hevonen toimii pääasiassa hitaiden lihassolujen motorisilla yksiköillä. Esimerkiksi kissoilla on tutkittu, että voimantuotto on huomattavasti suurempaa ja nopeiden lihassolujen aktivaatio korostuu suhteessa hitaisiin soluihin ylämäkeen kävellessä, kun rasitus on suurempaa (Wakeling ym. 2002). Aktivaatiotehohuippujen ajoituksesta voitaisiin päätellä esimerkiksi hevosen kävelyrytmin taksaisuutta. Emme kuitenkaan tässä työssä käsittele aktivaatiotehohuippujen ajoituksia, koska kunkin hevosen käynnin rytmi on hyvin yksilöllinen: Hevoselle on määritelty 27 käynnin rytmiä, mikä hankaloittaa hevosen liikkumisen analysointia (Hildebrand 1965).

2.3 Hevosen selkävivot

Selkävivot ovat hyvin yleisiä hevosilla (Lesimple ym. 2013), ja hevosten suurimmat suorituskyvyn ongelmat liittyvät selkään (Jeffcott 1979). Hevosen selkäkipu voi oireilla esimerkiksi liikkeen välttämisenä, satuloinnin ja muun käsittelyn vastusteluna, ongelmakäyttäytymisenä tai kosketuksen väistämisenä. Ratsastuskouluhevosilla selkävivot ovat yleisempiä kuin hevosilla, jotka eivät ole säännöllisessä ratsastuskäytössä (Lesimple ym. 2012). On myös todennäköisempää, että ratsastuskouluhevonen oireilee selkäänsä jotenkin kuin että se olisi täysin oireeton: Kaikkiaan 59 ratsastuskouluhevosesta vain 15 % (9 hevosta) arvioitiin olevan täysin oireettomia, kun 73 % (43 hevosta) osoitti selviä selkäkipuoireita (Lesimple ym. 2013). Tässä opinnäytetyössä tutkitut hevoset olivat säännöllisessä ratsastuskäytössä ratsastuskoulussa, joten voimme päätellä niiden olleen alttiita selkävivoille.

Hevosen selän liikkeet ovat hienovaraisia ja muutokset selkävivun myötä vaikeita havaita (Wennerstrand ym. 2009). Selkävivot jäävät usein huomaamatta omistajilta tai

muilta hevosen kanssa työskenteleviltä. Licka ym. (2009) totesivat, että pitkän selkälihakseen korkea lihasaktiivisuus voi olla yhteydessä selkävun syntymiseen. Selkäkipuisen hevosen selkälihakissa on todettu kohonnutta aktiivisuutta koko selän matkalta eikä vain kipukohdassa (Lesimple ym. 2012). Lesimple ym. (2013) suosittelivat esimerkiksi pinta-EMG-mittausten hyödyntämistä hevosten suorituskyvyn seurannassa, jotta ongelmat hevosen selässä huomattaisiin mahdollisimman aikaisin. Jeffcott ym. (1982) ovat tutkineet ravureilla, että toispuoleinen selkäkipu näkyy hevosilla erityisesti liikkumisen jäykistymisenä ja suorittaminen kovissa vauhdeissa vaikeutuu. Lesimple ym. (2012) tutkimuksessa huomattiin, että paikallaan seisovan hevosen selkälihasten korkea aktivaatiotaso korreloi ammattilaisen palpoimalla tekemien kipuoirehavaintojen kanssa, ja kohonneen lihasaktivaation todettiin siten indikoivan hevosen selkäkipua. Selkävun mitattavaksi raja-arvoksi saatiin 10 μ V (Lesimple ym. 2012). Ammattilaisen arvio on tärkeää saada etenkin silloin, kun selkeää kivun indikaattoria kuten epäpuhautta, ontumista tai koordinaation ongelmia ei ole vielä havaittavissa.

Selkäkipu aiheuttaa muutoksia liikkeen motoriikkaan ihmisillä (Cholewicki ym 2002). Zaneb – Kaufmann – Stanek – Peham – Licka (2009) ovat tutkineet rintarangan alueen pitkän selkälihakseen aktiivisuutta kroonisesti ontuvilla hevosilla ja huomanneet aktivaation maksimiarvon kasvua ja keskiarvon pienenevän. Urheilijoilla huomattiin, että selkävun jälkeen lihasten aktivoituminen ei ollut palannut normaaliin rytmiin, vaan liikkeeseen osallistuvien lihasten agonistien lihasten aktiivisuus lisääntyi ja niiden sammuminen viivästyi (Cholewicki ym 2002). Clayton (2012) raportoi ihmisten ja hevosten selkäkipujen syiden ja hoidon samankaltaisuutta: Hevosilla selkäkipukuntoutuksen harjoitteet painottuvat multifidus-lihasten ja vatsalihasten yhtäaikaan aktivoimiseen samoin kuin ihmisillä. Myös Stubbsin ym. (2006) mukaan hevosen multifidus-lihaksiston toiminta on verrattavissa multifidusten toimintaan ihmisillä, eli se stabiloi hevosen selkärunkoa nikamien välillä.

Lickan ym. (2009) mukaan kivun aikana myös hevosilla voidaan olettaa olevan alentunutta lihasaktiivisuutta ja poikkeava aktivaation ja liikkeen yhteys. Selkäkipuisella hevosella voidaan siis päätellä olevan selän alueella lihasjäykkyyttä ja lihasaktivaatioiden epäjohdonmukaisuutta. Normaalisti pitkä selkälihas aktivoituu vain välittäessään eteenpäin vievää voimaa hevosen rungon läpi tai hevosen taipuessa sivulle (Licka ym. 2009; Groesel ym. 2010). Selkäkipuisella se kuitenkin joutuu tekemään rankaa vakauttavaa työtä jatkuvasti. Multifidus-lihakset surkastuvat (Clayton 2012), kun kipu estää lihasten normaalin aktivoitumisen ja lihakset jäävät pitkän aikaa käyttämättä. Samanai-

kaisesti pitkä selkälihas korvaa multifidusten toimintaa, eikä se pääse rentoutumaan välillä kuten normaalissa toiminnassa. Allenin ym. (2010) mukaan selkäkipuisen hevosen hoito keskittyy juuri lihasspasmien helpottamiseen samalla, kun pyritään edesauttamaan lihastoiminnan ja voiman kehittymistä, joten on tarkoituksenmukaista tutkia, ilmeneekö faskiamanipulaatio hoitomenetelmänä myös suoraan lihasten aktivaatiossa.

2.4 Faskiamanipulaatio hevosilla

Faskiamanipulaatio on alun perin kehitetty ihmisille tuki- ja liikuntaelämistön kipujen hoitamiseen sekä kehon liikehäiriöiden korjaamiseen. Tuulia Luomala on ollut isossa roolissa faskiamanipulaatiomenetelmän soveltamisessa hevosten hoitamiseen noin 7 vuotta sitten. Faskiamanipulaatio on hoitomenetelmänä kokonaisuus arviointia, testausta, käsittelyä ja loppuarviointia, ja tässä työssä hevoskohtaiseen hoidon sisältöön ei oteta kantaa.

Yksi faskiamanipulaation perusteista on, että kehon kaikki kudokset ovat yhteydessä toisiinsa (Kline 2011a). Faskiaaliset manuaaliset käsittelytekniikat stimuloivat kaikkia faskiatyyppejä eri kudokset kerroksissa (Simmonds ym. 2012). Ihonalaiseen faskiaan voidaan vaikuttaa jo pelkällä kosketuksella ja kevyellä hieronnalla (Stecco ym. 2015). Faskiamanipulaation käsittelyssä on tavoitteena vaikuttaa syvän faskian toimintaan lihasten pinnalla. Jotta päästään niin syväälle kudoksiin, joudutaan joskus käyttämään useampia tekniikoita ja enemmän voimaa (Stecco ym. 2015).

Pehmytkudosten kipuja ja liikkeen häiriöitä voi syntyä vammojen tai toistuvan liikkeen seurauksena (Stecco – Day 2010; Kline 2011b). Häiriintynyt lihaskalvojen liukuminen voi aiheuttaa proprioseptiikan ja nivelratojen muutoksia, mikä toistuvan liikkeen seurauksena voi johtaa nivelen tulehtumiseen ja kipuihin lihasketjun alueella (Stecco – Day 2010). Tietyn alueen hoidontarve todennetaan liikkeen arvioinnilla ja palpaatiolla varmistettujen kudosten perusteella (Luomala – Pihlman 2017: 97). Kipeimmät kohdat eivät ensisijaisesti ole hoidon kohteena, vaan kipuherkistymisen aiheuttajana voivat olla kudosten muutokset aivan toisaalla. Varsinainen kipukohta on usein distaalisesti hoidettavaan kohtaan nähden (Kline 2011a), ja hoito perustuu kudoksen vapauttamiseen ongelmakohdassa eikä kipukohdan käsittelyyn (Stecco – Day 2010; Day – Copetti – Ruclli 2012; Luomala – Pihlman 2017: 93).

Hevosilla hoidontarve määräytyy hevosen kanssa toimivien ihmisten havaintojen mukaan, kun he päättävät kutsua ammattilaisen paikalle ja tämä arvioi hoidontarpeen (Goff 2009). Omistajaa tai hoitajaa haastatteleamalla saadaan tietoa oireista sekä hevosen vammahistoriasta. Faskiamanipulaation arviointivaiheeseen kuuluvat liikkeen havainnointi, liikeratojen aktiivinen ja passiivinen testaus sekä löytöjen vahvistaminen palpaatiolla. Indikaatioita faskiamanipulaatiolle ovat puolierot, ontuminen, jäykkyys, koordinaation ongelmat sekä kipureaktiot. Arvioinnin perusteella tehdään hoitosuunnitelma käsiteltävistä kohdista. (Luomala – Pihlman 2017: 195-196.)

Ihmisillä faskiakäsittelyn tiedetään olevan joskus kivuliasta (Stecco ym. 2015). Ihminen kuitenkin osaa käsitellä tilanteen rationaalisesti ja sietää kipua yksilökohtaisesti tiettyyn rajaan asti. Hevosten käsittelyssä joudutaan seuraamaan niiden reaktioita käsittelyyn. Hevosilla kipureaktioita voivat olla esimerkiksi kosketuksen väistäminen ja lihasten jännittyminen kosketusta vastaan. Hevosta tarkkaillaessa tarvitaan sekä lajin että yksilön tuntemista ja erityistä tarkkuutta, koska reaktioiden vahvuus voi vaihdella suuresti erituisilla sekä eriluonteisilla hevosilla (Luomala – Pihlman 2017: s. 200). Hevonen osoittaa usein selvästi, mikäli jokin kohta tuntuu kipeältä, ja käsittely on sovellettava tasolle, jonka hevonen sietää. Joskus hevonen voi reagoida uudenlaiseen kosketukseen samoin kuin kipuun, ja monesti sen voi totuttaa sietämään erilaisia tuntemuksia. Hoidon tavoitteena on kuitenkin helpottaa kiputuntemusta, minkä hevoset usein aistivat tottuneen käsittelijän otteista.

3 Työn tarkoitus

Eläimen toiminnallisen biomekaniikan tunteminen on tärkeää eläinfysioterapian tutkimuksen sekä eläinten harjoittamisen perustana (McGowan ym. 2007). Oikeanlainen harjoittaminen on tärkeää erityisesti hevosilla, kun hevosen on monissa käyttötarkoituksissaan kyettävä kantamaan myös ihmisen painoa selässään. McGowanin ym. (2007) mukaan perustason tutkimus on jäänyt jalkoihin, kun tutkiminen painottuu uusien ihmisiltä eläimille sovellettujen hoitomenetelmien vaikutuksiin. Hevoselta halutusta liikemallista voidaan kuitenkin sanoa, että parhaan asennon tuottamiseksi hevosen paino halutaan siirtää kohti takajalkoja, jolloin hevosen koko ylälinja kaulasta lantioon pyöristyy, takajalat astuvat pitkälle vatsan alle ja hevonen käyttää koko kehoaan liikkeen tuottamiseen (Roepstorff – Johnston – Drevemo – Gustås 2002; Cottrill – Rituechai – Wakeling 2009). Tällöin hevosen vatsapuolen ja takajalkojen lihakset sekä syvät selkälihakset tekevät töitä (Cottrill ym. 2009).

Tässä opinnäytetyössä on tarkoituksena selvittää, miten faskiamanipulaatio ilmenee hevosten selkä- ja pakaralihasten aktivaatiossa. Lihakset valikoituivat tutkimukseen toiminnallisen merkittävyytensä sekä pinta-EMG-mittaukseen sopivan pinnallisen sijaintinsa vuoksi. Iso pakaralihas ja pitkä selkälihas ovat erityisen merkittäviä hevosen toimintakyvyn kannalta, kun hevonen on harraste- tai kilpailukäytössä. Molemmat lihakset ovat osa hevosen dorsaalista faskiaketjua (Higgins – Martin 2012: 43). Iso pakaralihas on hevosen suurin lihas, ja se tuottaa merkittävän osan hevosta eteenpäin liikuttavasta voimasta (Zsoldos ym. 2018; Roepstorff ym. 2002). Pakaran lihasaktivaation lisääntyminen vauhdin kasvaessa on yhdistetty mm. kontaktivaiheen lyhenemiseen ja erityisesti loppuvaiheen työntöön (Wakeling ym. 2002). Hevosen takajalkojen tuottama voima lisääntyi, kun hevonen ohjattiin liikkumaan halutussa pyöreässä muodossa (Roepstorff ym. 2002). Zaneb ym. (2009) tutkivat pakaralihaksen aktiivisuutta kroonisesti ontuvilla hevosilla ja totesivat askelkontaktin aikaisen pakaralihaksen maksimiaktivaation olleen suurempi, mutta keskiarvoisesti pienempi kuin kivuttomilla hevosilla.

Pitkä selkälihas on saman puolen sivutaivuttaja, ja hevosen kävellessä se aktivoituukin selvästi juuri käänöksissä (Wakeling ym. 2006; Cottrill ym. 2009). Pitkän selkälihakseen tehtävänä on kuitenkin myös tukea hevosen asentoa hevosta liikuttavia voimia vastaan (Licka ym. 2009; Groesel ym. 2010). Pitkän selkälihakseen hyvä rentoutuminen on tärkeää, jotta hevonen pystyy pyöristämään koko ylälinjansa. Se aktivoituu vähemmän, kun hevosen askel on lyhyt ja liike ei vaadi niin paljon tasapainottamista. (Cottrill

ym. 2009.) Pitkää selkälihasta ei kuitenkaan käytetä aktiiviseen selkärangan liikkeen tuottamiseen, joten sen tuottama voima ei juurikaan kasva vauhdin myötä suoralla kulkiessa (Licka ym. 2009). Hevosen anatomian tunteminen elektrodien asettelussa on todella tärkeää (Williams 2018), joten oli hyvä, että elektrodien sijoittelu sovittiin yhdessä eläinfysioterapeutin kanssa.

Kuten selkävivusta on luvussa 2.3 todettu, pitkän selkälihaksen rentoutumisen tulisi lieventää selkäkipuja. Mikäli selkä- ja pakaralihasten aktivaatioissa huomataan muutoksia faskiamanipulaation jälkeen, aktivaatioiden tulisi muuttua hevosen optimaalisen liikkeen näkökulmasta parempaan suuntaan, eli pakaroiden lihasaktiivisuudet vahvistuisivat ja selän lihasaktiivisuus vähenisi. Pitkän selkälihaksen rentoutuessa faskiamanipulaatio olisi toimiva keino myös nimenomaan hevosen selkävivun hoidossa. Kun lihasten aktiivisuus on hevosen vapaasti liikkussa lähellä toivottua mallia, olisi sen mahdollista löytää optimaalinen asento myös ratsastajan kanssa.

4 Tutkimusmenetelmä

Tämän opinnäytetyön lihasaktivaatiomittaukset tehtiin osana hevospaskiamanipulaation kurssia. Kunkin hevosen käsittelyn suorittivat pareittain kurssin opiskelijat yhteistyössä Luomalan kanssa. Kurssilaiset suorittivat hevosten tilan alkuarvion, hoitokäsittelyn sekä loppuarvioinnin faskiamanipulaatiomenetelmän mukaisesti. Tässä työssä ei avata tarkemmin hevosille tehtyjen käsittelyiden yksityiskohtia, vaan jokainen hevonen käsiteltiin yksilöllisen hoitosuunnitelman mukaan faskiamanipulaation periaatteita noudattaen. Lihasaktivaation kontrollimittaukset tehtiin hevosille 1–2 tuntia ennen kurssin käytännön osiota. Lopputilanteen mittaukset tehtiin puolen tunnin sisällä hevosten käsittelyn ja loppuarvioinnin päättymisestä. Mittausten ja hoidon välillä hevoset odottivat omissa karsinoissaan.

Lihasaktivaatiomittauksiin saatiin kaikki faskiamanipulaatiokurssin neljä opetushevosta. Hevoset olivat normaalipainoisia opetus- ja harrasteratsuja sekä koulu- että esteratsuksessa. Mittaukset suoritettiin hevosten kotitalilla hevosille tutussa maneesissa, jonka pohja oli hiekkaa. Hevoset haluttiin aikarajoitusten puitteissa liikuttaa ilman varusteita ja ratsastajaa. Kävelyttäjäksi oli hevosille tuntematon ja ennen mittauksia ja mittauksen jälkeen sama. Hevosten osaamistasosta ei ollut etukäteen tietoa, joten käynnissä taluttaminen todettiin kaikkien kannalta turvallisimmaksi vaihtoehdoksi. Hevosia kävelytettiin yksitellen 34 metrin matka suoraa uraa pitkin.

Hevoset ja hevosten omistajat eivät ole tunnistettavissa tästä opinnäytetyöstä. Tuulia Luomala toimi tämän opinnäytetyön yhteistyökumppanina, ja hän toimi yhteyshenkilönä sovittaessa mittauksissa käytettyjen hevosten osalta. Hevoset olivat mittauskäytössä osana Luomalan järjestämää hevosten faskiamanipulaatiokurssia. Lihasaktivaation mittaaminen pinta-EMG:llä on tavanomaista Luomalan työssä, ja hevosten omistajat olivat tietoisia mittausten suorittamisesta. Hevosille ei mittauksia varten jouduttu tekemään mitään arjesta poikkeavia toimenpiteitä. Hevosilta ei ajeltu karvoja elektrodien alta, vaan karvat oli ajeltu aiemmin omistajien toimesta ja hevoset olivat edelleen melko lyhytkarvaisia. Luomalan kokemuksen mukaan pinta-EMG-mittaukset olivat onnistuneet sen pituisella karvapeitteellä aiemmassa käytössä. Elektrodien kiinnitys piti varmistaa teippaamalla elektrodi karvoihin, ja teipit irrotettiin hellävaraisesti mittausten jälkeen.

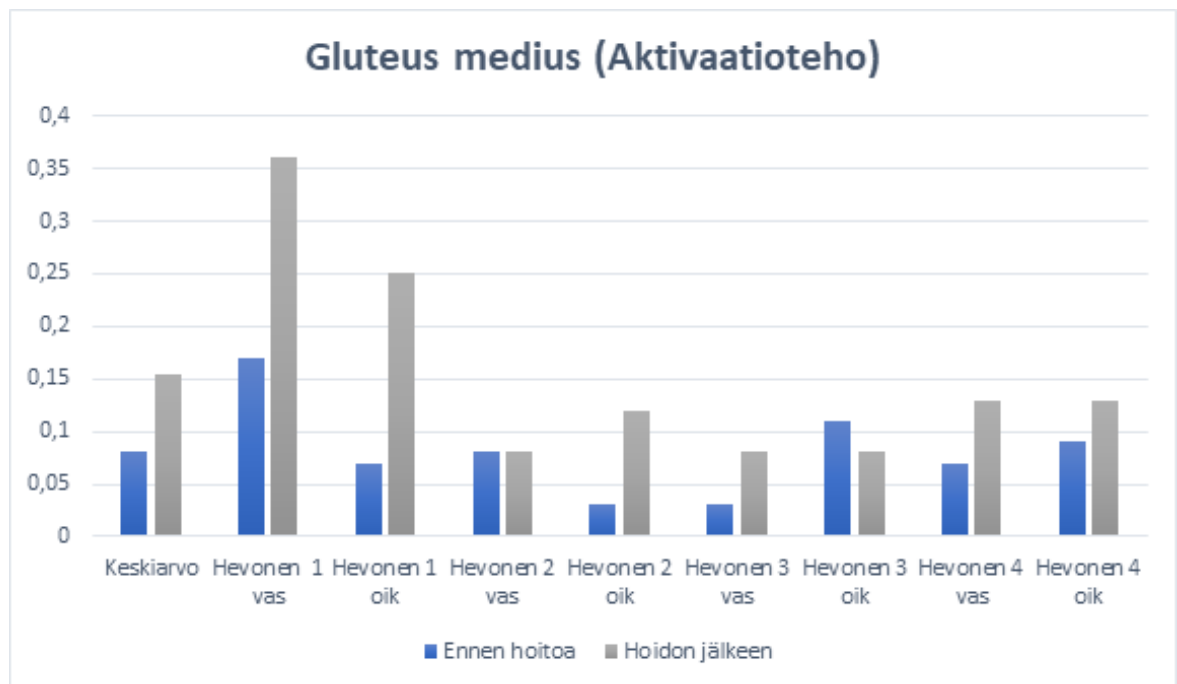
Mittauksessa käytettiin yhteensä neljää elektrodiä. Pitkää selkäliahasta mittaavat elektrodit asetettiin lannerangan molemmille puolille viimeisen kylkiluun kaarta seuraten mahdollisimman tarkkaan L2-nikaman kohdalle. Kyseisellä kohdalla *erector spinae* -lihasrunгон päällä elektrodi mittasi mahdollisimman tarkkaan *longissimus dorsi* -lihaksen lanneselän osaa eli *longissimus lumborum* -lihasta. Pakaralihaksen elektrodit asetettiin puoliväliin *tuberositas sacraeta* ja *tuber coxaeta* ja paksuimman lihasrunгон päälle, jossa ne olivat mahdollisimman keskellä hevosen isoa pakaralihasta eli *gluteus mediusta*. (Liite 1.)

Laitteena lihasaktivaatiomittauksissa oli Fibrux Oy:n Mpower-merkkinen langaton pinta-EMG. Laitteen käytössä oli mahdollisia ongelmatilanteita varten avustamassa Fibrux Oy:n edustaja, fysioterapeutti Miikka Koskinen, jolta saimme myös ennakkomateriaalia mittarin käytöstä. Tutustuimme laitteen käyttöön etukäteen käyttöohjeista sekä laitteen verkkosivuilta. Saimme käyttöömmme Luomalan Mpower-laitteen, ja sovelluksen lataimme etukäteen omalle tablettitietokoneelle, johon elektrodit yhdistettiin ennen mittauksia Bluetooth-yhteydellä.

Mpower-sovellus analysoi mittausarvot ja tekee signaalin jälkikäsitteilyn automaattisesti. Tässä työssä ei siis käytetty EMG-signaalin raaka-arvoja, vaan sovelluksen ohjelmisto käsittelee mittausarvot suoraan aktivaatiotehoiksi. Aktivaatiotehot luettiin kuvaajista, joihin piirtyi jokaisesta mitatusta lihaksesta oma käyränsä (Liite 2). Suuremmilla aktivaatiotehoilla tuloksia olisi ollut käytettävissä useammassa muodossa, sillä parhaimmillaan Mpower tarjoaa analyysiä myös mm. kokonaisvolyymista, väsymyksestä ja nopeiden solujen aktivaatioista. Tulkitsemisen ja vertailun helpottamiseksi kuvaajista laskettiin keskiarvot aktivaatiotehokäyrien äärikohtien perusteella. Keskiarvot on esitetty lihaskohtaisesti pylväsdiagrammeissa (Kuviot 1 ja 2). Lisäksi sovelluksen kuvaajista muodostettuja arvoja on käytetty aktivaatioiden vertailuun puolieroja ja pakara- ja selkälihakseen aktivaatioiden suhdetta kuvaavissa kuvaajissa (Kuviot 3 ja 4). Kuvaajien käsittelystä jätettiin pois poikkeuksellisen voimakasta lihasaktivaatiota tuottaneet tekijät kuten laukka-askeleen ja hirnahduksen aikaiset huiput. Lihasaktiivisuuden lisäksi tallensimme kävelyajan (Kuvio 5).

5 Tulokset

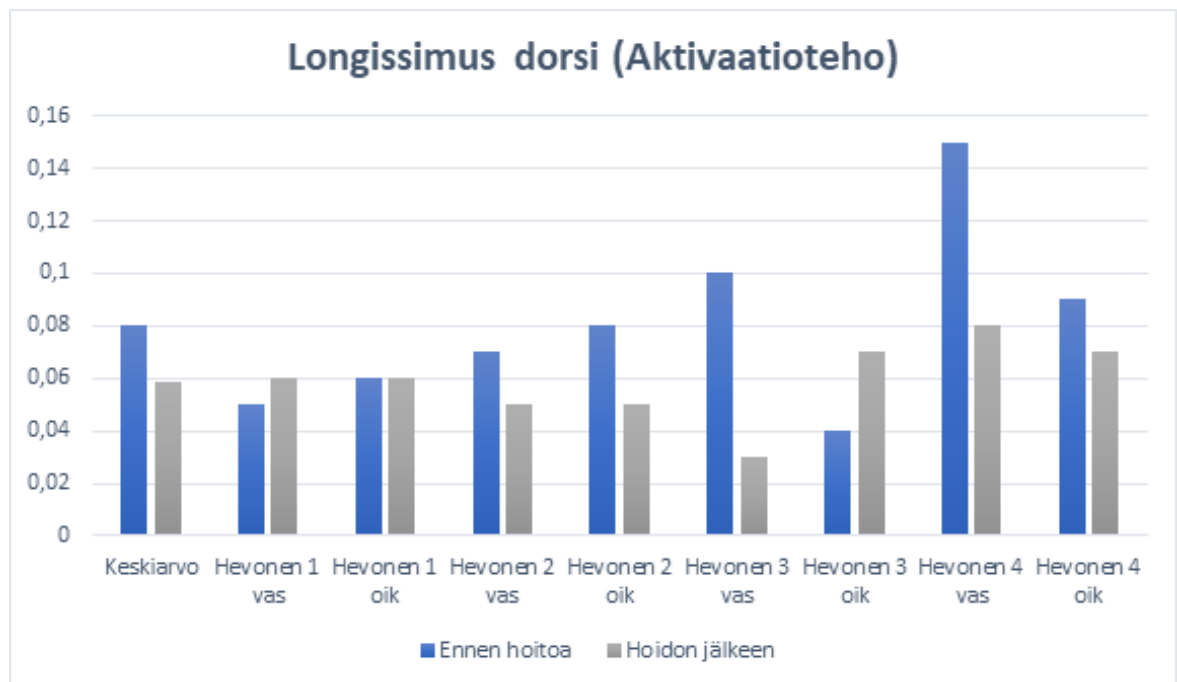
Pakaralihasten aktivaatiotehojen keskiarvo on kohonnut yli 90 % (Kuvio 1: "Keskiarvo"). Pitkän selkälihakseen aktivaatiotehojen keskiarvo on laskenut keskimäärin yli 27 % (Kuvio 2: "Keskiarvo"). Puolierot pienenevät kaikilla hevosilla sekä selkä- että pakaralihasten aktivaatioissa (Kuvio 3). Pakaralihaksen aktivaatio suhteessa selkälihakseen aktivaatioon kasvoi kaikilla hevosilla (Kuvio 4). Keskimääräisessä kävelynopeudessa näkyi 6,25 %:n kasvu (Kuvio 5: "Keskiarvo").



Kuvio 1. **Pakaralihasten aktivaatiotehot.** Molempien puolten pakaralihasten aktivaatiotehot nousivat (harmaa) lähes kaikilla hevosilla verrattuna kontrollimittaukseen (sininen). Aktivaatiotehon yksikkönä on mikrovoltti, μV , Mpower-sovelluksen signaalinkäsittelyn jälkeen.

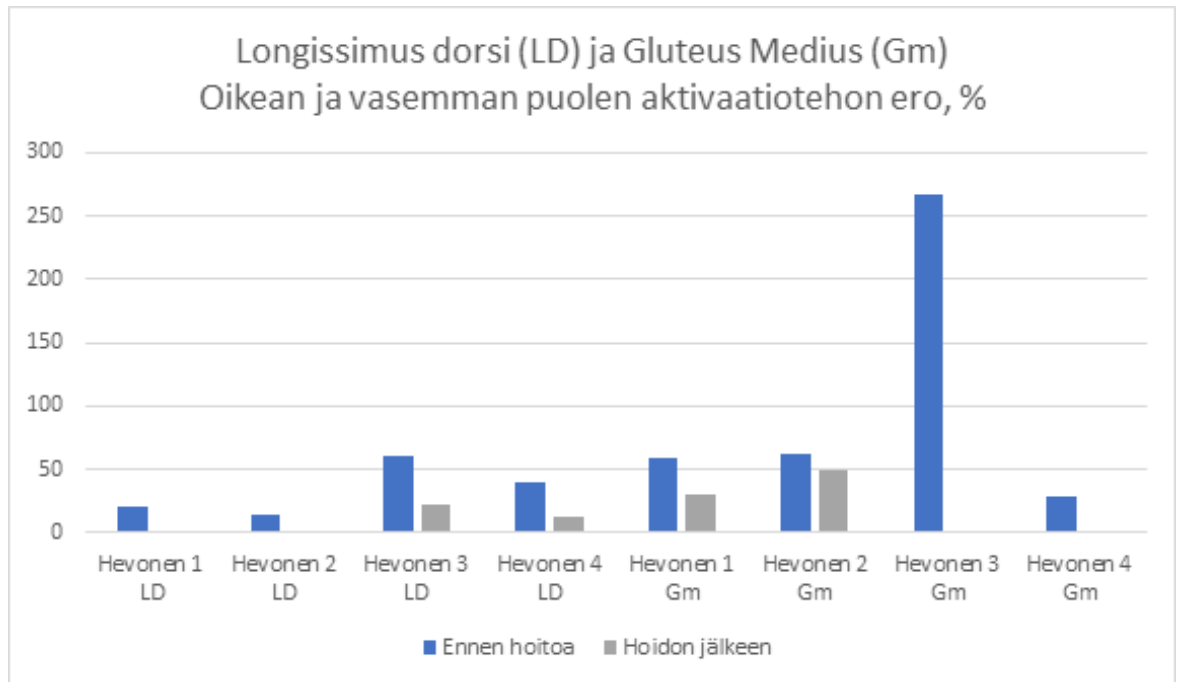
Pakaralihasten aktivaatiot kasvoivat kullakin hevosella huomattavasti (Kuvio 1), ja puoliero väheni kaikilla (Kuvio 3). Poikkeuksen teki hevosen 3 oikea pakaralihas, jossa aktivaatio laski. Myös hevosella 3 pakaralihasten puoliero kuitenkin tasoittui selvästi. Hevosella 1 pakaralihasten aktivaatiot kohosivat huomattavasti, ja suhteellinen puoliero tasoittui hieman. Hevosella 2 oikean puolen pakarlihaksen aktivaatio on kohonnut huomattavasti hoidon jälkeen, kun vasemmalla aktivaatio pysyi samana. Puoliero pieneni hieman, mutta kääntyi toisinpäin. Hevosella 3 oikean pakarlihaksen aktivaatio heikkeni vastoin ennako-oletusta. Aktivaatioiden puoliero kuitenkin tasoittui kokonaan.

Hevosella 4 oikean ja vasemman pakaralihaksen aktivaatiot olivat melko tasaiset, ja aktivoituessaan lisää niiden puoliero tasoittui kokonaan.



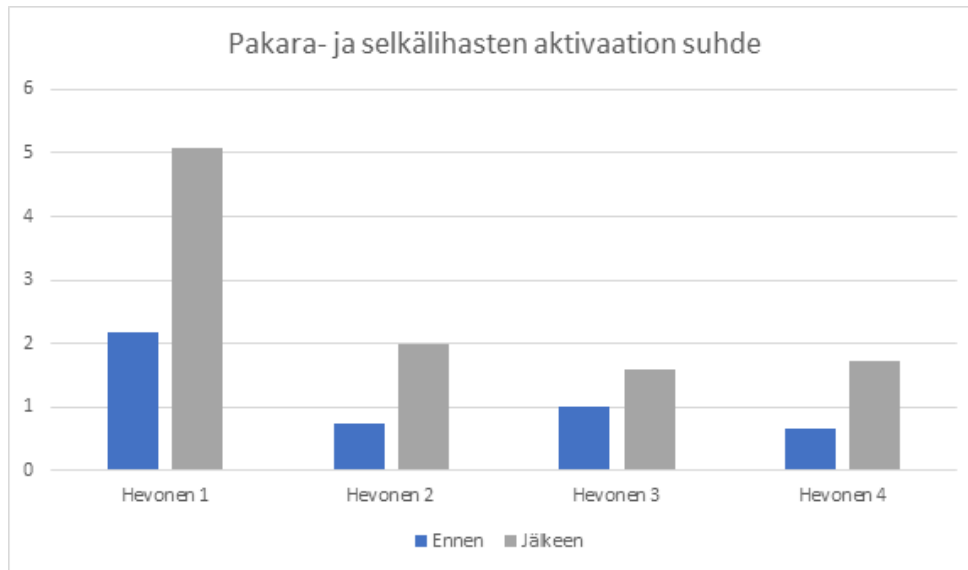
Kuvio 2. **Selkälihasten aktivaatiotehot.** Molempien puolten pitkän selkälihaksen aktivaatiotehot laskivat (harmaa) lähes kaikilla hevosilla verrattuna kontrollimittaukseen (sininen). Aktivaatiotehon yksikkönä on mikrovolti, μV , Mpower-sovelluksen signaalinkäsittelyn jälkeen.

Keskimäärin pitkän selkälihaksen aktivaatio laski hoidon myötä (Kuvio 2). Selvintä aktivaatiotason lasku oli hevosilla 2 ja 4. Hevosella 2 selkälihasten aktivaatio laski selvästi molemmin puolin ja puoliero tasoittui kokonaan. Hevosella 4 vasemman selkälihaksen runsas aktivaatio laski melko samalle tasolle oikeallakin puolella laskeneen aktivaation kanssa. Hevosella 1 selkälihaksen aktiivisuus pysyi oikealla puolella samana lisääntyen hieman vasemmalla puolella, ja samalla aktivaatioiden puoliero tasoittui kokonaan (Kuvio 3). Hevosella 3 selkälihaksen aktivaatio lisääntyi oikealla, mutta silläkin suhteellinen puoliero tasoittui selvästi.



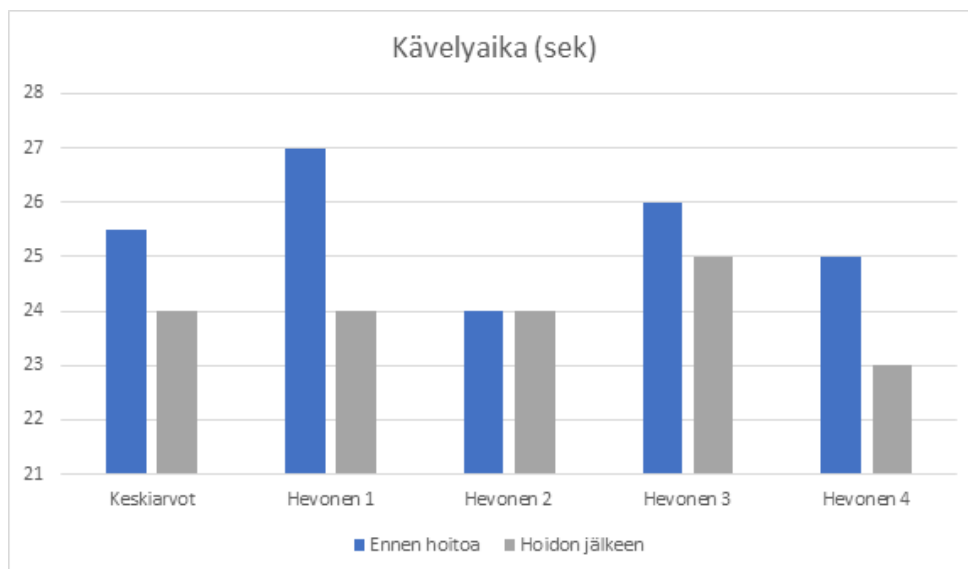
Kuvio 3. **Suhteelliset puolierot.** Oikean ja vasemman puolen pakaralihasten ja selkälihasten aktivaatioiden erot prosentteina. Pakaralihasten keskimääräisten aktivaatiotehojen puoliero väheni kaikilla hevosilla ja tasoittui kokonaan kahdella. Selkälihasten keskimääräisten aktivaatiotehojen puoliero väheni huomattavasti kaikilla hevosilla ja tasoittui kahdella kokonaan.

Pakaralihasten aktivaatioiden kasvu ja selkälihasten aktivaatioiden laskeminen näkyvät aktivaatioiden pakara-selkäsuhteen kasvuna, eli kaikilla hevosilla pakaran aktivaation suhde selän aktivaatioon kasvoi selvästi faskiamanipulaation jälkeen (Kuvio 4). Ennen hoitoa hevosten 2 ja 4 pitkien selkälihasten aktivaatiot olivat jopa keskimäärin suuremmat kuin pakaralihasten aktivaatiot. Niillä molemmilla aktivaatiosuhde kääntyi toisin päin hoidon jälkeen. Hevosella 1 pakarat aktivoituivat hoidon jälkeen selvästi enemmän kuin vasen selkä, mikä näkyy aktivaation pakara-selkäsuhteen kasvuna pakaran kaksinkertaisesta aktivaatiosta viisinkertaiseen verrattuna selkälihakseen (Kuvio 4).



Kuvio 4. **Pakara- ja selkälihasten aktivaation suhde.** Pakara- ja selkälihasten aktivaatioiden suhdeluvun ollessa yli 1 on pakaroiden aktivaatio ollut suurempi kuin selän. Kuvaa- jassa on laskettu pakaroiden oikean ja vasemman puolen keskiarvo suhteessa molempien puolten selkälihasten keskiarvoon.

Pääosin hevosten etenemishalukkuus vaikutti lisääntyneen faskiamanipulaation jäl- keen, sillä keskimäärin hevosten kävelyvauhti kasvoi. Kaikkien paitsi yhden hevosen kävelyaika lyheni hoidon jälkeisessä mittauksessa (Kuvio 5). Hevosella 2 kävelyaika pysyi samana eikä kuitenkaan hidastunut.



Kuvio 5. **Kävelyaikat.** 34 metrin matkaan kulunut kävelyaika hevoskohtaisesti ennen hoitoa ja hoidon jälkeen sekä kaikkien keskiarvot laskettuna yhteen ennen hoitoa ja hoidon jäl- keen.

6 Pohdinta

Kuten edellä mainittiin, eläinpuolelta puuttuu perustason tutkimuksia, joihin eri hoitojen vaikuttavuutta voisi verrata (McGowan ym. 2007). Hug (2011) totesi, että pinta-EMG-tutkimuksista puuttuu edelleen tietoa lihasten tarkoista lihasaktivaatiotasosta eikä arvojen normalisointimenetelmää ole olemassa. Tässä tutkimuksessa nimenomaan hypättiin perustason tutkimuksesta hevosille sovelletun hoitomenetelmän tuottamien muutosten tutkimiseen. Standardoitujen viitearvojen puuttuessa emme voi olla varmoja, mikä aktivaatiotaso olisi tavoiteltava. Aktivaatioiden suuruusluokkaa ei voi verrata mihinkään lähdemateriaaliin. McGowan ym. (2007) kuitenkin toteavat, että elektromyografiaa käyttäen on tehty paljon hyvää eläinten biomekaniikan tutkimusta, jonka perusteella voidaan tehdä joitakin päätelmiä. Vertailua tehtiinkin lihasaktivaation muutosten ja suhteellisten suuruuksien mukaan sekä suhteessa faskiamanipulaation havaintoihin.

Tästä tutkimuksesta puuttuu tulosten vertailu kontrolliryhmään, mutta voidaan päätellä, että mittauksissa näkyvien muutosten taustalla on oltava jokin syy. Kontrollitasona toimii ennen hoitoa tehty alkumittaus. Alkumittaukset suoritettiin noin 2 tuntia ennen hoidon aloittamista, ja loppumittaukset päästiin suorittamaan melkein heti hoidon loppumisen jälkeen, joten mittausten välillä oli jopa 3 tuntia. Mittausten välillä hevosten suurin muutos tavalliseen oli kuitenkin suoritettu faskiamanipulaatio, kun arviointia ja hoitoa lukuun ottamatta ne olivat omissa karsinoissaan kuten tavallisestikin suuren osan päivästä. Siten voitaisiin olettaa muutoksen taustalla olevan nimenomaan faskiamanipulaation aikaansaamat vaikutukset.

Hevosten lisääntynyt etenemishalukkuus, pakaralihasten aktivaation nousu ja alustan lanaaminen näkyivät hevosten kävelynopeuden kasvuna. Kontrollimittauksessa kenttä oli ratsastustuntien jäljiltä epätasainen ja maneesin pitkällä sivulla suora kävelyura erottui selvästi. Maneesin pohja lanattiin juuri ennen loppumittauksia, jolloin kävelyura katosi ja pinta oli tasainen. Hevosen liikkuminen muuttuu alustan vaihtuessa, mikä vaikuttaa hevosen askeleeseen, bio- sekä kinematiikkaan (Buchner – Savelberg – Schamhardt – Merckens – Barneveld 2011). Muutos alustassa on voinut vaikuttaa hevosten kävelynopeuteen, vaikka kävelytystilanne pyrittiin vakioimaan pitämällä kävelyttäjä samana ennen ja jälkeen hoidon. Faskiamanipulaation loppuarviossa kaikkien hevosten liikkumisessa huomattiin muutosta parempaan, mikä todennäköisesti vaikutti myös kävelyvauhdin nopeutumiseen suurimmalla osalla hevosista.

Faskiamanipulaation alkuarvioinnissa hevosten liikkeissä nähtiin yleisesti jonkin verran epäpuhtauksia ja jäykkyyttä, ja kaikilla hevosilla huomattiin palpaatiossa kipureaktioita. Kipukohdat kuitenkin vaihtelivat eri hevosilla. Mpowerin tuottamat EMG-kuvaajat ennen hoitoa korreloivat hyvin faskiamanipulaation arviointihavaintojen kanssa. Niissä erottuivat korkeina tai matalina lihasaktivaatioina samat ongelmakohdat, jotka liikkeen havainnoinnissa ja palpoinnissa näkyivät puolieroina ja selkeimpinä oirekohtina.

Ennen faskiamanipulaatiota Mpowerin tuottamista kuvaajista voitiin havaita, että lihasaktivaation vaihtelu askelten välillä oli suurta. Alustan epätasaisuus alkumittauksessa ja sen lanaaminen ennen loppumittausta saattoivat vaikuttaa vaihteluun jonkun verran. Mitattujen lihasten erilaisten tehtävien vuoksi voitaisiin kuitenkin päätellä, että pakaralihaksen aktivoitumisen askeltyönnön aikana tulisi olla voimakkaampaa kuin selkälihaksen vakauttava työ. Ennen hoitoa pitkän selkälihaksen aktivaatio oli hevosilla 2 ja 4 kuitenkin jopa korkeampaa kuin pakaralihaksen aktivaatio (Kuvio 4).

Kuten edellä luvussa 3.1 todettiin, käynti on hevosella symmetrinen askellaji ja sen vuoksi lihasten aktivaatio tulisi olla tasaista oikean ja vasemman puolen välillä. Puolierot olivat osin huomattavia ja pienenivät monella hevosella merkittävästi hoidon jälkeen (Kuvio 3). Faskiamanipulaation loppuarvioinnissa huomattiin, että esimerkiksi liikkumisen jäykkyydet vähenivät ja kävely muuttui tasarytmisemmäksi kaikilla hevosilla. Alustan muuttuminen saattoi vaikuttaa myös puolieroihin. Epätasaisuuksien satunnaisuuden vuoksi se kuitenkin todennäköisesti vaikutti tarkasteltaviin keskiarvoihin melko tasaisesti molemmilla puolilla.

Kuten edellä on todettu (luku 2.3), selkävivot ovat hyvin yleisiä ratsastuskouluhevosilla. Selkäkipu voi näkyä esimerkiksi liikkumisen jäykistymisenä ja lihaskoordinaation heikentymisenä, joita molempia huomattiin faskiamanipulaation arvioinnissa. Kaikki hevoset myös reagoivat selän palpaatioon kuten selkäkipuoireissa. Hevosten taustat ja hoitohistoria eivät ole tiedossa, joten emme voi arvioida, ovatko palpaatiossa tuotetut reaktiot merkki kroonisesta vai akuutista selkävivusta tai mitä muuta reaktion taustalla voisi olla.

Hevosen 3 mittaustulokset erosivat muista tuloksista monessa kohtaa. Sillä oli jälkikäteen saatujen tietojen mukaan patologisen muutoksen aiheuttama piilevä ontuma oikeassa etujalassa sekä krooninen suolistotulehdus. Faskiamanipulaation arvioinnissa hevonen kompuroi sekä ajoittain varoi painon siirtoa oikean etujalan päälle. Se myös

kevensi vasenta takajalkaansa liikkeen aikana. Merkittävästi lisääntynyt pitkän selkälihaksen aktivaatio oikealla puolella voisi selittyä sillä, että hevonen käveli lyhyemmällä askeleella ennen hoitoa. Kävelyaika kuitenkin pysyi juuri tällä hevosella samana, joten luvussa 2.3 mainittu selkävivun aiheuttamat muuttuneet liikemallit olisivat todennäköisempi syy poikkeavalle aktivaatiolle. Tätä tukee myös se, että lihasaktivaatio voi olla alentunut kivun aikana, kuten edellä (luku 2.3) on mainittu.

Edelleen muista poiketen hevosella 3 oikean pakaralihaksen aktivaatio heikentyi hoidon jälkeen. Pakaralihaksen aktivaation laskeminen voisi selittyä sillä, että oikean jalan noustessa pitkän askeleen työnnön jälkeen hevonen joutuisi varaamaan painoa enemmän ontuvalle oikealle etujalalle. Hevonen mahdollisesti kompensoi tätä jännittämällä oikean puolen selkälihaksia enemmän, jolloin oikean etujalan päälle tuleva paino väheni. Vasemmalla puolella pakara aktivoitui enemmän ja selkälihaksen aktivaatio aleni, mikä vastaa normaaliksi todettua muutoksen suuntaa.

Hevosten 2 ja 4 tuloksissa näkyy haluttu muutos eli hevosen ylälinjan kaareutumista auttava pitkän selkälihaksen molemminpuolinen rentoutuminen (Cottrill ym. 2009). Hevosella 2 selän vasemman puolen voimakas reagointi palpaatiossa vastasi hyvin mittaustuloksissa näkyvää vasemman puolen selkälihaksen korkeampaa aktivaatiota, mikä toimii merkinä mahdollisesta selkävivusta. Hoidon jälkeen selkälihaksen aktivaatio alentui samalle tasolle kuin oikealla ja loppuarviossa liikkeen huomattiin parantuneen, mikä viittaisi mahdollisen selkävivun helpottumiseen.

Hevosella 1 pakaralihaksen aktiivisuus nousi kaksinkertaisesta viisinkertaiseen selkälihaksen aktivaatioon verrattuna (Kuvio 4). Pitkän selkälihaksen aktiivisuus pysyi molemmin puolin lähes samana hoidosta huolimatta. Se voi selittyä sillä, että pakaran aktiivisuus kohosi huomattavasti, kävely nopeutui ja todennäköisesti askel piteni, jolloin pitkä selkälihakas teki enemmän vakauttavaa työtä. Selkälihasten aktivaation ei pitäisi juurikaan kasvaa kävelynopeuden myötä, mutta hevosella 1 nopeuden muutos oli mitatuista suurin (3 sek, yli 11 %) ja pakaralihas aktivoitui suhteellisesti selkää enemmän.

Myös hevosella 4 kävelyaika muuttui selvästi (2 sek, 8 %) (Kuvio 5). Näillä hevosilla pakaralihasten aktivaatio lisääntyi merkittävimmin. Pakaralihaksen kohonnut aktiivisuus voi olla seurausta kävelynopeuden kasvusta, jos selän kivuttomuus on lisännyt hevosen etenemishalua tai kävelynopeus on kasvanut pakaralihasten lisääntyneen aktivaation takia.

Elektrodin saaman signaalin heikentyminen karvan takia on mahdollista. Karvapeitteen ajelemalla olisimme todennäköisesti saaneet vahvemman signaalin, jolloin olisimme mahdollisesti voineet hyödyntää muutakin Mpowerin tuottamaa dataa. Toisaalta harjoitusvaikutus olisi silti ollut käynnissä hyvin pieni. Karvojen ajelu juuri elektrodien kohdalta olisi samalla varmistanut elektrodien laittamisen täsmälleen samaan kohtaan toisesakin mittauksessa, kun elektrodit piti irrottaa hoidon ajaksi. Vähintään kohdan merkitseminen olisi erittäin suositeltavaa, vaikka pienellä otoskoolla kohdat olivat myös hyvin muistettavissa.

Käynnissä harjoitusrasitus jäi hyvin alhaiseksi, emmekä voineet hyödyntää kaikkea laitteen tuottamaa dataa. Toteutimme mittaukset myös paikallaan seisten 15 sekunnin jaksolla, mutta aktivaatiotasot eivät näissä mittauksissa riittäneet vertailuun ollenkaan. Mittaukset olisi ollut hienoa suorittaa esimerkiksi ratsastaen ja laukassa. Suurempi harjoitusrasitus olisi tuonut esiin suurempia lihasaktiivisuuksia, jolloin mahdolliset puolierot ja lihasheikkoudet olisivat näkyneet paremmin. Korkeampi rasiustaso olisi mahdollistanut Mpowerin tuottamien eri muotoisten tulosten käsittelyn ja olisimme saaneet lihasaktivaatioista monipuolisempaa tietoa.

Mittaukset olisi hyvä toteuttaa hoidon välittömässä yhteydessä, jotta varmistuisi, ettei lihasaktiivisuuteen vaikuta muita tekijöitä. Tällöin faskiamanipulaation arviointi ja hoidon suunnittelu olisi hyvä toteuttaa ennen ensimmäistä kontrollimittausta. Kävelyt olisi ollut hyvä videoida. Videoiden avulla olisimme voineet vertailla kävelyn muutoksia, esimerkiksi kävelyn rytmiä, tasapuolisuutta ja rentoutta muutenkin kuin mittauksista erillään tehtyjen faskiamanipulaation arvioiden mukaan.

Pieni ja heterogeeninen tutkimusjoukko ei ole mitenkään yleistettävissä, vaikka tulosten voidaan todeta olleen johdonmukaiset kunkin hevosen kohdalla. Osalla hevosista oli kroonisia ongelmia, jotka vaikuttivat tulosten poikkeamiseen muista, joten poikkeavien tulosten taustat tuli ottaa huomioon tuloksia verratessa. Suosittelemme tulevia tutkimuksia varten isompaa otantaa sekä poissulkukriteereitä tutkimusjoukon valintaan. Erityisesti valmiiksi tiedossa olevat ontumat ja patologiset poikkeamat tai muut krooniset kiputilat tekevät tuloksista vaikeasti vertailtavia eri hevosten välillä. Homogeenisemmän tutkimusjoukon myötä tulokset olisivat helpommin vertailtavissa ja suuremmalla otannalla luotettavammin yleistettävissä.

Loppujen lopuksi ei voida sanoa, oliko hevosella kipuja tai aleniko selän lihasaktiivisuus kivun vähenemisen takia vai ylipäätään hoitoon liittyvän käsittelyn seurauksena. Mittaustulosten perusteella käsittelyllä oli hevosien liikkeelle suotuisia vaikutuksia, koska hevosilta haluttu asento ja liike painottavat pitkän selkälihaksen rentoutta ja takajalkojen aktivaatiota. Mittaustulosten lisäksi sekä käsittelyn loppuarvion havainnot, että hevosten liikkumishalukkuus verrattuna kirjallisuuteen tukevat ennako-oletustamme lihasaktivaation muuttumisesta paremmin hevosen optimaalista liikettä tukevaksi.

Lähteet

Allen, A.K. – Johns, S. – Hyman, S.S. – Sislak, M.D. – Davis, S. – Amory, J. 2010. How to Diagnose and Treat Back Pain in the Horse. AAEP PROCEEDINGS. 56. 384-388. <https://www.pulsevet.com/Research/Equine/ResearchArticles/KentAllen_Backs2010AAEP.pdf>.

Branchini, M. – Lopopolo, F. – Andreoli, E. – Loreti, I. – Marchand, A.M. – Stecco, A. 2015. Fascial Manipulation® for chronic aspecific low back pain: a single blinded randomized controlled trial. F1000Research 4.<<https://doi.org/10.12688/f1000research.6890.1>>.

Buchner, H.H.F. – Savelberg, H.H.C.M. – Schamhardt, H.C. – Merckens, H.W. – Barneveld, A. 2011. Kinematics of treadmill versus overground locomotion in horses. Veterinary Quarterly 16 (2), 87-90. <<https://doi.org/10.1080/01652176.1994.9694509>>.

Burns, G. – Dart, A. – Jeffcott, L. 2018. Clinical progress in the diagnosis of thoracolumbar problems in horses. Equine Veterinary Education. 30. 477-485. <<https://doi.org/10.1111/eve.12623>>.

Borg, F. – Laxåback, G. – Sandström, L. 2015. Simultaneous EMG measurements with Mpower (Fibrux) and Telemyo G2 (Noraxon): Comparing amplitude. Jyväskylän Yliopisto. Saatavilla verkossa: <<http://www.mpowerbestrong.com/fi/img/science/Chydenius.pdf>>.

Cholewicki J. – Greene, H.S. – Polzhofer, G.K. – Galloway, M.T. – Shah, R.A. – Radebold, A. 2002. Neuromuscular Function in Athletes Following Recovery From a Recent Acute Low Back Injury. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy 32 (11). 568-575. <<https://www.jospt.org/doi/pdf/10.2519/jospt.2002.32.11.568>>.

Clayton, H.M – Leach, D.H. – Ormrod, K 1984. Standardised terminology for the description and analysis of equine locomotion. Equine veterinary journal. 16(6), 522-528. <<https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1984.tb02007.x>>.

Clayton, H.M. 2012. Equine back pain reviewed from a motor control perspective. Comparative Exercise Physiology 8 (3-4). 145-152. <<http://doi.org/10.3920/CEP12023>>.

Cottrill, S. – Ritruethai, P. – Wakeling, J.M. 2009. The effects of training aids on the *longissimus dorsi* in the equine back. Comparative Exercise Physiology 5 (3-4). 111-114. <<https://doi.org/10.1017/S1478061509342346>>.

Day, J.A. – Copetti, L. – Rucli, G. 2012. From clinical experience to a model for the human fascial system. Journal of Bodywork and Movement Therapies 16 (3). 372-380. <<https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2012.01.003>>.

De Luca, C.J. – Gilmore, L.D. – Kuznetsov, M. – Roy, S.H. 2010. Filtering the surface EMG signal: Movement artifact and baseline noise contamination. Journal of Biomechanics. 43(8). 1573-1579. <<https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2010.01.027>>.

García-López, J.M. 2018. Neck, Back, and Pelvic Pain in Sport Horses. *Veterinary Clinics: Equine Practice*. 34(2). 235–251. <<https://doi.org/10.1016/j.cveq.2018.04.002>>.

Goff, L. 2009. Manual Therapy for the Horse - A Contemporary Perspective. *Journal of Equine Veterinary Science* 29 (11). 799-808. <<https://doi.org/10.1016/j.jevs.2009.10.001>>.

Groesel, M. – Zsoldos, R.R. – Kotschwar, A. – Gfoehler, M. – Peham, C. 2010. A preliminary model study of the equine back including activity of longissimus dorsi muscle. *Equine Veterinary Journal* 42 (38). 401-406. <<https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2010.00282.x>>.

Elbrønd, V.S. – Schultz, R.M. 2014. Myofascial Kinetic Lines in Horses. *Biomechanics and Locomotion. Equine Veterinary Journal* 46(S46). 40.<https://doi.org/10.1111/evj.12267_121>.

Harper, B. – Steinbeck, L. – Aron, A. 2019. Fascial manipulation vs. standard physical therapy practice for low back pain diagnoses: A pragmatic study. *Journal of Bodywork & Movement Therapies* 23. 115-121. <<https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2018.10.007>>.

Haussler, K. 2009. Review of Manual Therapy Techniques in Equine Practice. *Journal of Equine Veterinary Science* 29 (12). 849-869. <<https://doi.org/10.1016/j.jevs.2009.10.018>>.

Higgins, G. - Martin, S. 2012. Kuinka hevonen toimii. Suomentanut Nina Mäki-Kihniä. Englanninkielinen alkuteos: How Your Horse Moves 2009. Kiina: Readme.fi.

Hildebrand, M. 1965. Symmetrical Gaits of Horses. *Science* 150 (3697). 701-708. <<https://doi.org/10.1126/science.150.3697.701>>.

Hug, F. 2011. Can muscle coordination be precisely studied by surface electromyography? *Journal of Electromyography and Kinesiology* 21. 1–12. <<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2010.08.009>>.

Jeffcott, L.B. 1979. Back problems in the Horse – A look at past, present and future progress. *Equine Veterinary Journal* 11 (3). 129-136. <<https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1979.tb01324.x>>.

Jeffcott, L.B. – Dalin, G. – Drevemo, S. – Fredricson, I. – Björne, K. – Bergquist, A. 1982. Effect of induced back pain on gait and performance of trotting horses. *Equine Veterinary Journal*. 14(2). 129-133. <<https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1982.tb02366.x>>.

Kauranen, K. – Nurkka, N. 2010. Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura.

Kline, C.M. 2011a. Fascial manipulation, part II. *Journal of the American Chiropractic Association* 48 (3). 2-5.

Kline, C.M. 2011b. Fascial manipulation, part I. *Journal of the American Chiropractic Association* 48 (2). 2-5.

Koskinen, M. 2019. *Fysioterapeutti ja Mpower-edustaja*, Fibrux Oy. Haastattelu. Helsinki 29.4.

Lesimple, C. – Fureix, C. – De Margerie, E. – Sénèque, E. – Menguy, H. – Hausberger, M. 2012. Towards a Postural Indicator of Back Pain in Horses (*Equus caballus*). *PLoS ONE* 7 (9). e44604. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044604>>.

Lesimple, C. – Fureix, C. – Biquand, V. – Hausberger, M 2013. Comparison of clinical examinations of back disorders and humans evaluation of back pain in riding school horses. *BMC Veterinary Research* 9. <<https://doi.org/10.1186/1746-6148-9-209>>.

Licka, T. – Frey, A. – Peham, C. 2009. Electromyographic activity of the longissimus dorsi muscle horses when walking on a treadmill. *The Veterinary Journal* 180. 71-76. <<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.11.001>>.

Luomala, T. – Pihlman, M. 2017. *A Practical Guide to Fascial Manipulation*. Puola: Elsevier Ltd.

McGowan, C.M. – Stubbs, N.C. – Jull, G.A. 2007. Equine physiotherapy: a comparative view of the science underlying the profession. *Equine Veterinary Journal*. 39(1) 90-94. <Doi: 10.2746/042516407X163245.>

Merletti, R. – Rainoldi, A. – Farina, D. 2001. Surface Electromyography for Noninvasive Characterization of Muscle. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 29 (1) 20-25. <https://journals.lww.com/acsm-essr/Fulltext/2001/01000/Surface_Electromyography_for_Noninvasive.5.aspx>.

Mpower n.d. Mpower Tiede. Verkkosivu: <<http://www.mpowerbestrong.com/fi/science.html>>. Luettu 16.11.2019.

Robilliard, R.R. – Pfau, T. – Wilson, A.M. 2007. Gait characterisation and classification in horses. *The Journal of Experimental Biology* 210. 187-197. <<https://doi.org/10.1242/jeb.02611>>.

Roepstorff, L. – Johnston, C. – Drevemo, S. – Gustås, P. 2002. Influence of draw reins on ground reaction forces at the trot. *Equine veterinary journal. Supplement* 34. 349-352. <<https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2002.tb05446.x>>.

Schleip, R. – Klinger, W. – Lehmann-Horn, F. 2005. Active fascial contractility: Fascia may be able to contract in a smooth muscle-like manner and thereby influence musculoskeletal dynamics. *Medical hypotheses* 65 (2). 273-277. <<https://doi.org/10.1016/j.mehy.2005.03.005>>.

Simmonds, N. – Miller, P. – Gemmell, H. 2012. A theoretical framework for the role of fascia in manual therapy. *Journal of Bodywork & Movement therapies* 16 (1). 83-93. <<http://doi.org/10.1016/j.jbmt.2010.08.001>>.

Stecco, C. – Day, J.A. 2010. The Fascial Manipulation Technique and Its Biomechanical Model: A Guide to the Human Fascial System. *International Journal of Therapeutic Massage & Bodywork* 3(1): 38–40. <<http://doi.org/10.3822/ijtmb.v3i1.78>>.

Stecco, A. – Stern, R. – Fantoni, I.– De Caro, R.– Stecco, C. 2015. Fascial Disorders: Implications for Treatment. *PM & R* 8 (2). 161-168. <<https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2015.06.006>>.

Stecco, L. 2018. Lihaksistoon liittyvien Faskioiden Fysiologia. Suomentanut Tiina Lah-tinen-Suopanki. Englanninkielinen alkuteos: Atlas of Physiology of the Muscular Fascia 2016. Newprint: Medirehabbook kustannus Oy.

Stubbs, N.C. – Hodges, P.W. – Jeffcott, L.B. – Cowin, G. – Hodgson, D.R. – McGowan, C.M. 2006. Functional anatomy of the caudal thoracolumbar and lumbosacral spine in the horse. *Equine veterinary journal. Supplement* 38. 393-399. <<http://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2006.tb05575.x>>.

van Wessum, R. – van Sloet Oldruitenborgh-Oosterbaan, M.M. – Clayton, H.M. 1999. Electromyography in the horse in veterinary medicine and in veterinary research a review. *Veterinary Quarterly* 21 (1). 3–7. <<http://dx.doi.org/10.1080/01652176.1999.9694983>>.

Valentine, S. – Zsoldos, R. 2016. Surface electromyography in animal biomechanics: A systematic review. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 28. 167-183. <<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2015.12.005>>.

Wakeling, J.M. – Kaya, M. – Temple, G.K. – Johnston, I.A. – Herzog, W. 2002. Determining patterns of motor recruitment during locomotion. *The Journal of Experimental Biology* 205. 359-369. <<https://jeb.biologists.org/content/205/3/359>>.

Wakeling, J.M. – Barnett, K. – Price, S. – Nankervis, K. 2006. Effects of manipulative therapy on the *longissimus dorsi* in the equine back. *Equine and Comparative Exercise Physiology* 3(3). 153-160. <<https://doi.org/10.1017/ECP200693>>.

Wennerstrand, J. – Gomez-Alvarez, C.B. – Meulenbelt, R. – Johnston, C. – van Weeren, P.R. – Roethlisberger-Holm, K. – Drevemo, S. 2009. Spinal kinematics in horses with induced back pain. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 22 (6). 448-54. <<https://doi.org/10.3415/Vcot-08-09-0088>>.

Williams, J.M. 2018. Electromyography in the Horse: A Useful Technology? *Journal of Equine Veterinary Science*. 60. 43-58. <<https://doi.org/10.1016/j.jevs.2017.02.005>>.

Zsoldos, R.R. – Voegele, A. – Krueger, B. – Schroeder, U. – U. Weber, A. – Licka, T.F. 2018. Long term consistency and location specificity of equine gluteus medius muscle activity during locomotion on the treadmill. *BMC Veterinary Research* 14 (126). <<https://doi.org/10.1186/s12917-018-1443-y>>.

Zaneb, H. – Kaufmann, V. – Stanek, C. – Peham, C. – Licka, T.F. 2009. Quantitative differences in activities of back and pelvic limb muscles during walking and trotting be-

tween chronically lame and nonlame horses. American Journal of Veterinary Research 70 (9). 1129-1134. <<https://doi.org/10.2460/ajvr.70.9.1129>.>

Liite 1: Mittauskohdat

Ennen käsittelyä

Käsittelyn jälkeen

1.



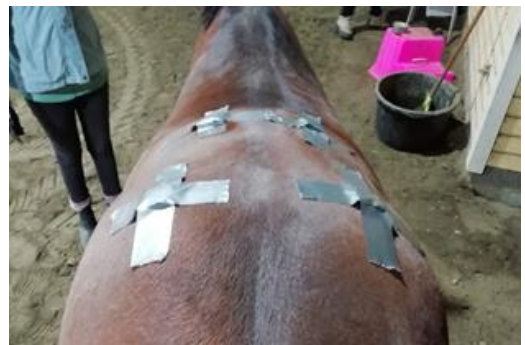
2.



3.



4.

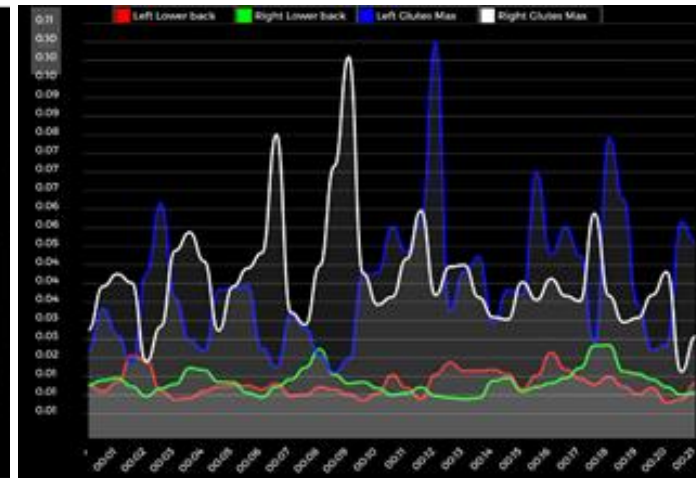
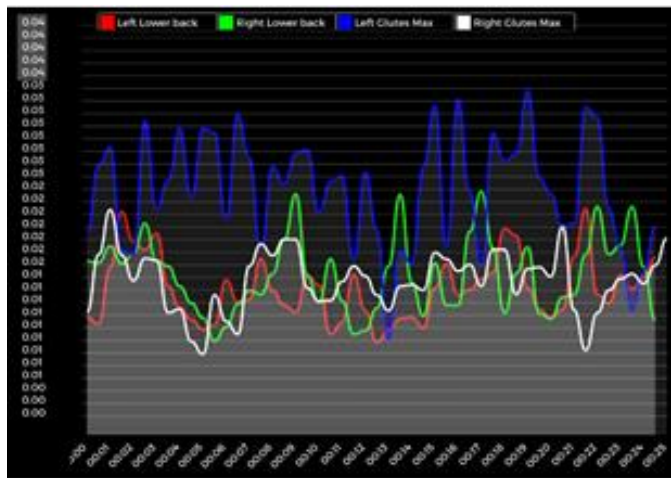


Liite 2: Mpower-kuvaajat

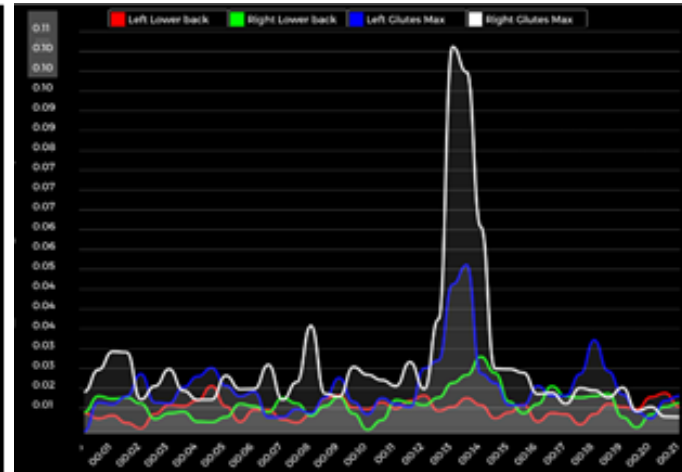
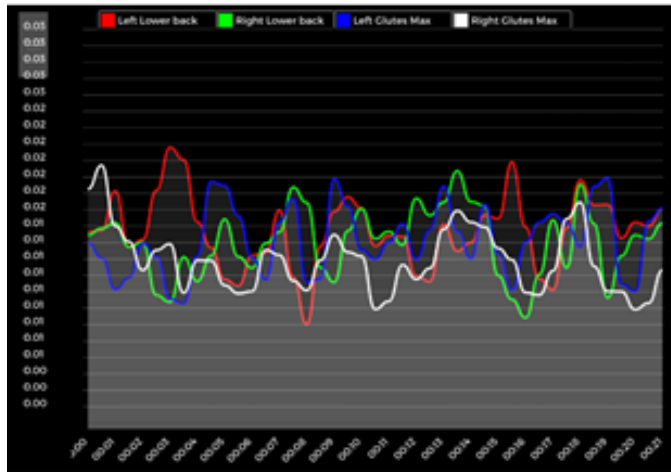
Ennen käsittelyä

Käsittelyn jälkeen

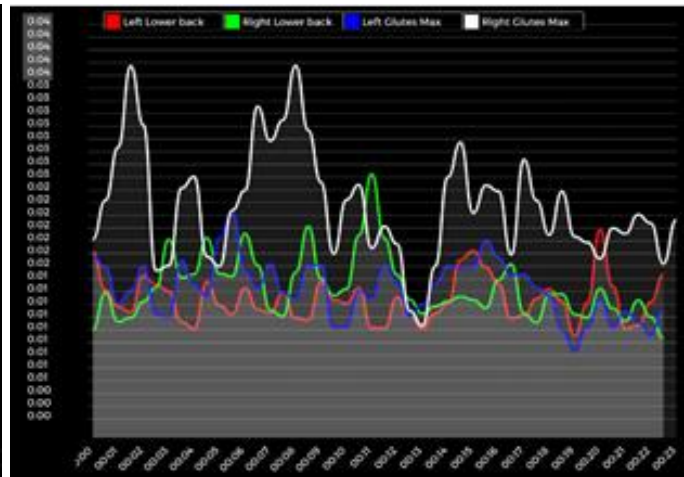
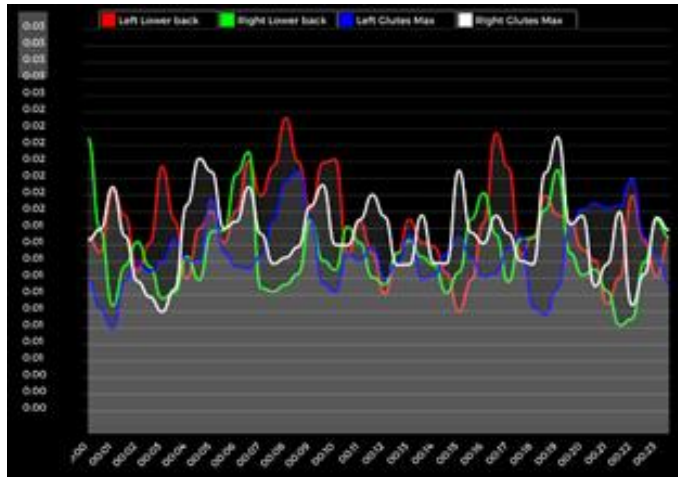
1.



2.



3.



4.

