



---

# HEVOSEN SI-NIVELEN ANATOMIA, TYYPILLISIMMÄT ALUEEN ONGELMAT JA NIIDEN HOITO

---

ELK Marika Friman  
Helsingin yliopisto  
Eläinlääketieteellinen tiedekunta  
Eläinlääketieteen lisensiaatin tutkielma  
Eläinlääketieteellisten biotieteiden osasto, Eläinlääketieteellisen anatomian ja  
kehitysbiologian oppiaine  
Kliinisen hevos- ja pieneläinlääketieteen osasto, Hevossairauksien oppiaine



2019



<b>Tiedekunta - Fakultet - Faculty</b> Eläinlääketieteellinen tiedekunta		<b>Osasto - Avdelning – Department</b> Eläinlääketieteellisten biotieteiden osasto, Kliinisen hevos- ja pieneläinlääketieteen osasto	
<b>Tekijä - Författare - Author</b> Marika Friman, ELK			
<b>Työn nimi - Arbetets titel - Title</b> Hevosen SI-nivelen anatomia, tyypillisimmät alueen ongelmat ja niiden hoito			
<b>Oppiaine - Läroämne - Subject</b> Eläinlääketieteellisen anatomian oppiaine, Hevossairauksien oppiaine			
<b>Työn laji - Arbetets art - Level</b> Lisensiaatin tutkielma	<b>Aika - Datum - Month and year</b> 02/2019	<b>Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages</b> 30	
<b>Tiivistelmä/Referat – Abstract</b> <p>Hevosen sacroiliaca (SI) eli risti-suoliluunivelen ongelmia on alettu hiljattain diagnosoimaan yhä enemmän. Tieto alueen toiminnasta ja liikkeestä on lisääntynyt, mutta tiedon puute on edelleen rajoittava tekijä alueen patologisten tilojen ymmärryksessä. Tämän kirjallisuuskatsauksen tarkoitus on esitellä tarkasti alueen anatomia ja perehtyä alueen tyypillisimpiin ongelmiin.</p> <p>Hevosen SI-nivel on synoviaaliliitos suoliluun siiven ventraalipinnan ja ristiluun siiven dorsaalipinnan välillä. Sen kautta takaraajojen työntövoima välittyy muualle vartaloon. Nivelen rakennetta tukee dorsaalinen, interosseaalinen ja ventraalinen ligamentti. Nämä ligamentit rajoittavat nivelen liikettä ja tekevät siitä hyvin vakaan nivelen.</p> <p>SI-nivelen alueen ongelmat jaetaan usein ligamenttien vaurioihin ja nivelrikkoon. Ligamenttivammat voivat johtua kroonisista toistuvista voimista tai akuutista venähdyksestä. Yleisin alueen pehmytkudosvamma on dorsaalisen SI-ligamentin vaurio. SI-nivelen nivelrikon taustalla on ajateltu olevan alueen pehmytkudosten riittämätön tuki nivelelle. Nivelen nivelrikkomuutosten diagnostiseen kuvantamiseen käytetään usein ultraääntä tai skintigrafiaa. Muutosten merkittävyyden arviointi on kuitenkin vaikeaa, koska samankaltaisia muutoksia löytyy sekä terveiltä, että sairailta hevosilta. Yhdessä kuvantamisen kanssa suositellaankin nivelten diagnostista puudutusta muutosten merkittävyyden arvioimiseksi. SI-nivelten luksaatio on myös mahdollinen, mutta harvinainen. SI-nivelen ongelmat ovat yleisimpiä puoliverisillä ratsuhevosilla. Ne voivat olla myös sekundaarisia jonkun muun syyn aiheuttamalle takajalan ontumalle.</p> <p>SI-nivelen kipu aiheuttaa hyvin epämääräisiä oireita. Hevonen ei usein onnu vaan se tulee tutkimuksiin suorituskyvyn heikkenemisen takia. Muita oireita voivat olla muun muassa vastustelu ratsastaessa, huonolaatuinen laukka tai vaikeudet seistä toinen takajalka ylösnostettuna.</p> <p>Tarkan diagnoosin saavuttaminen SI-nivelen alueen patologiassa on usein vaikeaa, joten hoitosuosituksetkin ovat oireenmukaisia. Systeemisiä lääkkeitä ja paikallisia lääkkeitä voidaan käyttää joko yhdessä tai erikseen. Akuutissa ligamenttivammassa lepo on indikoitua, mutta pitkäaikainen lepo alueen patologiassa ei ole hyväksi, koska vähentynyt lihasjännitys saattaa pahentaa vammaa. Ennuste akuuteissa vammoissa on hyvä, jos hevonen saadaan välittömästi lepoon. Kroonisissa tapauksissa ennuste on usein huonompi, koska ne usein uusivat liikunnan vaatimustason noustessa.</p> <p>Käytännössä diagnoosi vaatisi aina sekä diagnostisen kuvantamisen, että nivelten puuduttamisen, mutta tämänkään jälkeen vain harvoin päästään tarkkaan diagnoosiin.</p>			
<b>Avainsanat - Nyckelord - Keywords</b> SI-nivel, risti-suoliluunivel, desmiitti, hevonen,			
<b>Säilytyspaikka - Förvaringställe - Where deposited</b> HELDA – Helsingin yliopiston digitaalinen arkisto			
<b>Työn johtaja (tiedekunnan professori tai dosentti) ja ohjaaja(t) - Instruktor och ledare - Director and Supervisor(s)</b> Työn johtaja Dos. Juha Laakkonen Työn ohjaaja ELL Nina Lehmonen			

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 KIRJALLISUUSKATSAUS .....	2
2.1 ANATOMIA.....	2
2.1.1 Luisen lantion anatomia .....	2
2.1.2 Ristiluun anatomia.....	2
2.1.3 Nivelen anatomia.....	3
2.1.4 Niveltä ympäröivät ligamentit.....	3
2.1.5 Hermot, verisuonet ja lihakset .....	4
2.2 NIVELN TOIMINTA JA LIIKE .....	6
2.3 TYYPILLISIMMÄT ONGELMAT .....	8
2.3.1 Ligamenttivaurio.....	8
2.3.2 Nivelrikko.....	9
2.3.3 Nivelen luksaatio .....	10
2.4 OIREET .....	12
2.5 DIAGNOSTIIKKA .....	14
2.5.1 Ultraäänitutkimus.....	15
2.5.2 Skintigrafia tutkimus.....	16
2.5.3 Röntgentutkimus .....	17
2.5.4 Diagnostinen puudutus .....	17
2.5.4.1 Injektiotekniikka .....	18
2.6 HOITO .....	20
2.6.1 Yleiset hoitoperiaatteet.....	20
2.6.2 Paikallislääkitys .....	20
2.6.3 Systeemilääkitys .....	20
2.6.5 Fysioterapia ja liikunta.....	20
2.7 YLEISYYS .....	23
2.8 ENNUSTE.....	24
3 POHDINTA.....	25
4 KIRJALLISUUSLUETTELO.....	28

# 1 JOHDANTO

Sacroiliaca (SI) eli risti-suoliluunivel on muista nivelistä poikkeava, erikoislaatuinen nivel, jonka haaste piilee sen tutkimisen kannalta hankalassa sijainnissa ja anatomiasa. Nivel on syvällä lihasten ja luisten rakenteiden ympäröimänä, joten alueen tutkiminen on vaikeaa. SI-nivelen alueen kipu aiheuttaa hyvin monenlaisia kliinisiä oireita. Yleensä nähdään ainoastaan suorituskyvyn heikkeneminen. Alueen ongelmia on alettu diagnosoimaan viime aikoina enemmän, mikä todennäköisesti johtuu tiedon lisääntymisestä alueen patologioiden osalta, eikä niinkään alueen ongelmien lisääntymisestä.

Kirjallisuuskatsauksessani esittelen SI-nivelen ja sitä ympäröivän alueen anatomian luiden, tärkeimpien siteiden eli ligamenttien, lihasten, verisuonten ja hermojen osalta. Esittelen myös nivelen toimintaa ja liikettä, sekä alueen yleisimmät ongelmat, niiden oireet, hoidon ja ennusteen. Diagnostiikassa keskityn tärkeimpiin diagnostiikan välineisiin.

Tällä hetkellä tietoa aiheesta löytyy edelleen vähän. Etenkin vähäinen tieto nivelen biomekaniikasta rajoittaa ymmärrystä alueen patologioiden synnystä. Alueen pehmytkudosrakenteiden vammojen diagnostiikan ja muutosten osalta löytyy paljon tutkimusta. SI-nivelen nivelrikon diagnostiikan ja muutosten merkittävyyden osalta tutkimusta on tehty jonkin verran, mutta ongelmana on, etteivät tutkimukset tarjoa juurikaan apua kliiniseen työhön.

Kirjallisuuskatsaukseni tavoitteena on kuvata alueen anatomia selkeästi ja tarkasti, jotta se helpottaisi alueen toiminnan ja ongelmien ymmärrystä. Kirjallisuuskatsauksellani haluan tarjota tiiviin yleiskuvan alueen ongelmista, jotta se helpottaisi alueen tutkimista ja kertoisi, millä oireilla SI-nivelen alueen kipua kannattaa epäillä. Tavoitteena on luoda apuväline kliiniseen työhön ja ontumatutkimukseen hevosilla. Diagnostiikan osalta tavoitteeni on esitellä eri vaihtoehtoja ja vertailla niitä keskenään eri patologioiden diagnosoinnin osalta. Arvioin myös eri diagnostisten välineiden rajoitteita alueen diagnostiikassa. Erilaisten patologisten muutosten osalta tavoite on niiden merkittävyyden ja ennusteen arviointi. Hoidon osalta esitellään yleisimmät hoitovaihtoehdot ja fysioterapian peruspiirteet.

## 2 KIRJALLISUUSKATSAUS

### 2.1 ANATOMIA

#### 2.1.1 Luisen lantion anatomia

Luinen lantio muodostuu kahdesta symmetrisestä puolikkaasta, jotka erottavat toisistaan dorsaalisesti ristiluu ja ventraalisesti häpyliitos. Häpyliitos on oikeastaan nivel, mutta se mineralisoituu iän myötä ja muodostaa luisen liitoksen useimmilla hevosilla (Pilsworth 2011). Kumpikin lantion puolikas muodostuu kolmesta luusta, jotka yhdistyvät lonkkamaljan kohdalla. Ilium eli suoliluu on kraniaalisesti, ischium eli istuinluu kaudaalisesti ja pubis eli häpyluu mediaalisesti (Pilsworth 2011). Suoliluu muodostaa luisen siiven, joka ulottuu keskilinjassa sijaitsevasta siiven dorsomedialisesta ulokkeesta tuber sacralesta eli sakraalikyhmystä, lateraaliseen lonkkakyhmyyn (tuber coxae). Suoliluun siivestä taaksepäin lähtee kapeampi osa, joka muodostaa lonkkanivelen kraniaalisen osan (Pilsworth 2011). Lonkkanivelen kaudaalisen osan muodostaa istuinluu. Häpyluu muodostaa lantion pohjan ja liittää lonkkamaljat yhteen. Lantion luut toimivat suurena tukipisteenä, johon suurin osa pakaralihasten massasta sijoittuu (Pilsworth 2011).

#### 2.1.2 Ristiluun anatomia

Ristiluu muodostuu viidestä yhteen luutuneesta nikamasta. Ensimmäisen nikaman siivet nivELYTvät lateraalisesti lantioon ja kraniaalisesti viimeiseen lumbaari- eli lannenikamaan (König ja Liebich 2004). Kaudaaliset nikamat eivät osallistu nivelpinnan muodostamiseen, mutta ne toimivat lantio-ontelon kattona. Hevosella ristiluu on kolmion muotoinen. Sen dorsaalipinnalla ovat kaudaalisesti kallistuneet okahaarakkeet ja ventraalipinnalla on poikittaislinjat, jotka ovat kunkin yhteen luutuneen nikaman rajat (König ja Liebich 2004). Okahaarakkeet ovat dorsaalisesti erillään, mutta niiden tyvet ovat luutuneet yhteen. Ristiluun dorsaalinen pinta muodostaa kiinnityspinnan lihaksille ja siitä avautuvat aukot dorsaalisille lanneristiluuhermopunoksen hermoille (König ja Liebich 2004). Lanneristiluuhermopunoksen ventraaliset hermot tulevat ulos ristiluun ventraalisen pinnan aukoista. Poikkihaarakkeet ovat yhdistyneet ja muodostavat ristiluun lateraaliset harjanteet (König ja Liebich 2004).

### 2.1.3 Nivelen anatomia

SI-nivel on synoviaaliliitos suoliluun siiven ventraalipinnan ja ristiluun siiven dorsaalipinnan välillä (Haussler 2011). SI-nivel liittyy lantion pituussuuntaiseen luustoon antaen tukeaa painonkannon aikana ja auttaen välittämään työntövoiman takaraajoista selkärankaan (Haussler 2011).

SI-nivel on epätyypillinen synoviaaliliitos. Ristiluun nivelpinta on hyaliinirustoa, mutta suoliluun nivelpintaa päällystää ohut sidekudosrusto kerros (Haussler 2011). Nivelpinnat ovat lähes tasaiset ja tiiviisti toisiaan vasten (Haussler 2011). Ristiluun nivelpinta on sileä ja hohtavan sinertävän valkoinen (Dalin ja Jeffcott 1986). Suoliluun nivelpinta on ohuempi kuin ristiluun nivelpinta ja se muodostuu sidekudosrustosta (Dalin ja Jeffcott 1986).

SI-nivelen nivelpinta on kraniaalisesti noin 40 asteen kulmassa poikittaistasoon nähden. Pinta taipuu kraniodorsaaliseen kaudoventraliseen noin 60 asteen kulmaan poikittaistasoon nähden (Haussler 2011). Nivelkapseli on ohut ja se seuraa tiiviisti nivelpinnan reunaa. Nivelkapselia vahvistaa ventraalisesti ventraalinen SI-ligamentti. Normaalisti nivelessä on pieni määrä nivelnestettä (<1 ml) (Haussler 2011). Nivelen nivelpintojen remodellaation eli uudelleen muotoutumisen vuoksi nivelen rajojen koko ja muoto vaihtelevat huomattavasti iän ja painon mukaan. Tyypillisesti nivelpinta on L-kirjaimen muotoinen, kupera pinta osoittaen kaudoventraalisesti (Haussler 2011). Nivelen pinnat ovat yleensä tasaiset, mutta nuorilla eläimillä nähdään joskus ristiluun nivelpinnan olevan kupera ja suoliluun nivelpinnan kovera (Dalin ja Jeffcott 1986).

### 2.1.4 Niveltä ympäröivät ligamentit

Lantio on tiukasti kiinni pituussuuntaisessa luustossa SI-ligamenttien ja sakraaliryhmistä lähtevien leveiden ligamenttien (ligamentum sacrotuberale latum) välityksellä. SI-niveltä tukee kolme vahvaa ligamenttia: dorsaalinen, interosseaalinen, ja ventraalinen (Haussler 2011). Dorsaalinen SI-ligamentti muodostuu dorsaalista ja lateraalista osasta. Dorsaalinen osa on köysimäinen ja se ulottuu sakraaliryhmyn dorsaalista osasta ristiluun okahaarakkeiden dorsaaliin kärkiin (Haussler 2011). Ligamentin lateraalinen osa muodostaa leveän sidekudoskalvon, joka lähtee sakraaliryhmyn kaudaaliselä reunalta ja suoliluun siiveltä ja ulottuu ristiluun lateraaliseen reunaan. Dorsaalisen ligamentin lateraalinen osa yhdistyy

ventraalisesti sacrotuberale latum -ligamentin kanssa. SI-nivelen interosseaalinen ligamentti on vahva ja muodostuu vertikaalisista juosteista, jotka liittävät suoliluun siiven ventraalisen osan ristiluun dorsaaliseen osaan (Hausler 2011). Interosseaalinen ligamentti toimii merkittävimpänä vastuksena ristiluuhun kohdistuviin vertikaalisiin voimiin. Ventraalinen SI-ligamentti liittää ventraalisen osan suoliluun siivestä ristiluun ventraaliseen osaan. Ventraalinen ligamentti on ohut ja se seuraa tiiviisti nivelkapselin ventraaliosien rajoja (Hausler 2011).

### 2.1.5 Hermot, verisuonet ja lihakset

SI-nivelen viereisiä neurovaskulaarisia rakenteita ovat lonkkahermo (nervus ischiadicus), kraniaalinen pakarahermo (nervus gluteus cranialis) ja kraniaalinen pakaravaltimo (arteria glutae cranialis) sekä -laskimo (vena glutae cranialis) (Hausler 2011). Nämä rakenteet kulkevat yhdessä isosta lantioaukosta ventromediaalisesti SI-nivelestä. Kraniaalinen pakaravaltimo ja -laskimo lähtevät sisemmästä lonkkavaltimosta (arteria iliaca interna ja vena iliaca interna) ja menevät ventraalisen SI-ligamentin yli ja kaudomediaalisesti SI-nivelestä ennen kuin ne kulkevat isosta lantioaukosta. Suonet jatkavat dorsaalisesti pakaralihaksiin (Hausler 2011).

Lantiota ympäröivät lihakset, voidaan jakaa kraniaalisiin, kaudaalisiin, lateraalisiin ja mediaalisiin lihasryhmiin (Hausler 1999). Kraniaaliset lihakset aiheuttavat takajalkojen eteenpäin suuntautuvan liikkeen ja lonkan koukistuksen (Hausler 1999). Tämän ryhmän lihaksia ovat räätälin lihas (sartorius), lanne-suoliluulihhas (iliopsoas), leveän peitinkalvon jännittäjälihas (tensor fasciae latae), pinnallinen pakaralihhas (gluteus superficialis), nelipäinen reisilihas (quadriceps femoris). Kaudaaliset lihakset aiheuttavat takajalkojen kaudaalisuuntaisen liikkeen ja lonkan ojennuksen (Hausler 1999). Tämän ryhmän lihaksia ovat kaksipäinen reisilihas (biceps femoris), puolijänteinen lihas (semitendinosus) ja puolikalvoinen lihas (semimembranosus). Lateraaliset lihakset saavat aikaan takaraajojen loitonnuksen ja niihin kuuluva keskimmäinen ja syvä pakaralihhas (gluteus medius ja profundus) (Hausler 1999). Mediaaliset lihakset saavat aikaan takaraajojen liikkeen toisiaan kohti ja niitä ovat hoikkalihhas (gracilis), harjannelihhas (pectineus) ja lähentäjälihas (adductor) (Hausler 1999).

Alueen lantion alueen lihaksiin kuuluvat pieni lannelihas (psoas minor), iso lannelihas (psoas major) ja suoliluulihhas (iliacus). Pieni ja iso lannelihas kiinnittyvät selkärangan nikamien T16-L6 ventraalipinnalle ja niiden insertio on suoliluussa ja reisiluussa (Hausler 1999). Yhdessä iso lannelihas ja suoliluulihhas muodostavat lanne-suoliluulihaksen (iliopsoas), joka on suurin lonkkanivelen koukistaja. Jos takajalka on stabiloitu, toimii lanne-suoliluulihhas lannealueen koukistajana (Hausler 1999).



## 2.2 NIVELEN TOIMINTA JA LIIKE

SI-nivelen biomekaniikan tunteminen on olennaista sekä SI-nivelen sairauden diagnostiikassa että hoidossa. Tietämys liikehäiriöiden yhteydestä tiettyyn patologiseen muutokseen voi johtaa parempaa hoitoon, kun taustalla oleva mekaaninen tai neuromotorinen syy tunnistetaan (Hausler ym. 1999). SI-nivelen biomekaniikan puutteellinen tieto on suuri este nivelen toimintahäiriöiden onnistuneeseen diagnosointiin (Goff ym. 2008).

SI-nivelen liikettä rajoittavat vahvat SI ja ligamentum sacrotuberale latum -ligamentit. Nivelen liike koukistuksen ja ojennuksen aikana on noin yhden asteen verran (Hausler 2011). Nivelen pyörimisakseli sijaitsee poikittain lähellä nivelen kaudomediaalista osaa. Lateraaliset liikkeet SI-nivelessä ovat hyvin rajoittuneita johtuen vahvoista ligamenteista (Hausler 2011). Suoliluun siivet peittävät SI-nivelen nivelpintoja dorsaalisesti ja lateraalisesti, mikä estää pitkittäissuuntaisen pyörimisliikkeen nivelessä (Hausler 2011).

Takajalkojen työntövoima välittyy dorsaalisesti ja kraniaalisesti selkärankaan SI-nivelten kautta, dorsaalisten ja interosseaalisten SI-ligamenttien tukiessa rakennetta (Hausler 2011). Dorsaalinen SI-ligamentti vastustaa myös voimakkaan pitkän selkälihaksen supistumisen aiheuttamaa voimaa (Hausler 2011).

Goff ym. (2010) mittasivat tutkimuksessaan terveiden hevosten suoliluun ja ristiluun liikkeitä käynnissä ja ravissa. Tutkittavien hevosten suoliluun ja ristiluun alueelle asennettiin ihoon ja luuhun kiinnitettyjä sensoreita, joiden avulla tutkittiin alueen kolmiulotteista liikettä. Tutkimuksessa huomattiin liikkeen olevan ravissa pienempää kuin käynnissä, johtuen todennäköisesti lisääntyneestä lihaskontrollista (Goff ym 2010).

Kolmetahtisessa laukassa liike nivelessä on suurempaa, kun toinen takajalka kantaa painoa yksin osan askeleesta (Back ym. 1997). Ravissa ja käynnissä askellus on symmetristä (Back ym. 1997). Myös lanneristiselän alueen koukistus ja ojennus ovat maksimaalisia laukassa verrattuna raviin ja käyntiin (Faber ym. 2001).

SI-nivelestä puhuttaessa patologisella yliliikkuvuudella tarkoitetaan tilaa, jossa niveltä tukevissa rakenteissa on vauriota (Lee 1995). Toiminnallisella epävakaudella taas tarkoitetaan tilaa, jossa lihakset ja muut niveltä tukevat pehmytkudokset eivät tarjoa tarvittavaa tukea nivellelle (Jeffcott ym. 1985). Hevosen SI-nivelongelmien taustalla on ajateltu olevan toiminnallinen epävakaous, jossa lievä epävakaous johtaa vähitellen nivelen uudelleen muotoutumiseen (Jeffcott ym. 1985). Toiminnallisen vakauden ylläpitämistä kutsutaan neuromotoriseksi kontrolliksi. Neuromotorinen kontrolli on tärkeää, jotta ehkäistään liiallisten liikkeiden aiheuttamia rappeutumamuutoksia tai kipua ja toimintahäiriötä (Goff ym. 2008).

SI-nivelen morfologia viittaa siihen, että se on tehty liukuviin liikkeisiin, eikä kantamaan eläimen koko painoa, toisin kuin suurin osa muista nivelistä (Goff ym. 2008). Niveltä ei ole tarkoitettu kohtisuoraa painorasitusta varten (Goff ym. 2008).

## 2.3 TYYPILLISIMMÄT ONGELMAT

SI-nivelen alueen vammat jaetaan usein kahteen pääryhmään: SI-nivelen nivelrikkoon ja SI-ligamentin vaurioihin (Dyson ja Murray 2003).

### 2.3.1 Ligamenttivaurio

Vaurio niveleen tai sitä ympäröiviin ligamentteihin voi johtua kroonisista toistuvista voimista tai akuutista venähdyksestä (Tucker ym. 1998). Pehmytkudosvammat syntyvät yleensä lihasten ja jänteiden ylikuormituksesta tai niiden liikkäytöstä, mikä johtuu usein liiallisesta harjoittelusta tai vääränlaisista harjoittelutekniikoista (Gillis 1997).

Alueen yleisin pehmytkudosvamma on dorsaalisen SI-ligamentin vaurio (Gillis 1997).

Ultraäänitutkimuksessa dorsaalissa SI-ligamentissa voidaan nähdä muutoksia etenkin sen kiinnityskohdassa sakraaliryhmyyn (Denoix 1996). Näitä muutoksia ovat muun muassa luun pinnan epäsäännöllisyys, heikkokaikuiset alueet ja muuttunut syiden suuntautuminen lähellä ligamentin kiinnityskohtaa (Denoix 1996). Ligamentissa voidaan nähdä myös entesofyyttejä eli ligamentin kiinnittymiskohdan kalkkeutumista (Hausler ym. 1999). Toisin kuin SI-nivelen nivelpinnan muutoksilla, entesofyyteillä ei havaita olevan yhteyttä hevosen ikään tai rappeumamuutosten vakavuuteen tai olemassaoloon (Hausler ym. 1999).

Kroonisessa dorsaalisen SI-ligamentin vammassa ligamentin koko on yleensä pienentynyt ja se pysyy muuttumattomana, vaikka ontuma paranisikin (Tomlinson ym. 2003). Akuutissa vammassa nähdään yleensä dorsaalisen SI-ligamentin koon suurentuminen. Näissä tapauksissa ligamentin koko usein palautuu ennalleen (Tomlinson ym. 2003).

SI-ligamentin täydellinen repeämä johtuu yleensä suuresta traumasta, kuten kaatumisesta selälleen. Tällöin voidaan nähdä joko toispuoleinen tai mollemminpuolinen sakraaliryhmyyn dorsaalinen siirtymä, riippuen vaurion laajuudesta (Hausler 2011). Akuutin SI-ligamentin vaurion on todettu edesauttavan SI-nivelen epävakauden kehittymistä (Hausler 2011).

### 2.3.2 Nivelrikko

SI-nivelen rappeumamuutokset voivat olla seurausta muuttuneesta mekaanisesta kuormasta tai toiminnallisesta epävakaudesta ja kasvaneesta nivelen liikkuvuudesta johtuen lihasten ja ligamenttien kyvyttömyydestä tukea rakennetta (Jeffcott ym. 1985, Goff ym. 2008). Tutkimukset eläimillä ovat näyttäneet, että nivelen alikuormitus yhdistettynä huonoon lihaskontrolliin altistaa nivelen rappeumalle enemmän kuin ylikuormitus (Laurent ym. 2006). Mikä tahansa syy, joka muuttaa niveleen vaikuttavia voimia, voi aiheuttaa muutoksia nivelpinnassa (Goff ym. 2008). Nivel voi muodostaa voimia vastustavia harjanteita ja uurteita tai voimiin mukautuvia koloja. Nivelen kautta välitettyjen voimien kasvaessa voi niveleen tulla epävakautta tai väljyyttä, joka johtaa rappeumamuutoksiin, kuten nivelpinnan kulumiseen (Goff ym. 2008).

Jeffcottin ym. (1985) tutkimuksessa havaittiin, että suurella osalla SI-nivelen ongelmista kärsineistä hevosista oli post mortem tehdyssä tutkimuksessa epänormaali nivelen äärioviiva ja laajentuneet nivelen pinnat. Tämä voi olla seurausta lievistä pitkään jatkuneesta epävakaudesta, joka johtaa nivelen uudelleen muotoutumiseen ja nivelen pintojen laajenemiseen. Tutkimuksessa havaittiin nivelrikon olevan usein molemmin puoleisesti symmetrinen ja muodostunut nivelen kaudomediaaliosaan. Tutkimuksessa oli mukana 11 hevosta, jotka oli lopetettu pitkään jatkuneen huonon suorituskyvyn takia. Huono suorituskyky oli yhdistetty SI-nivelten ongelmaan.

Dalin ja Jeffcott (1986) tutkivat SI-nivelen morfologisia piirteitä 41 hevosella. Näillä hevosilla ei ollut selkäkipuhistoriaa. Tutkimuksessa todettiin, että SI-nivelen normaalivariaatio terveillä hevosilla on suurta. Myös terveillä hevosilla havaittiin nivelen reuna-alueilla luupiikkejä, jotka olivat yleisemmin ristiluun nivelpinnalla kuin suoliluun nivelpinnalla (Dalin ja Jeffcott 1986). Vanhemmilla hevosilla ristiluun nivelpinta saattoi olla karhentunut ja väriltään rusehtavan keltainen. Iän myötä nivelen äärioviivojen epätyypillinen ja repaleinen muoto lisääntyi ja sitä löydettiin yleensä vain vanhemmilta hevosilta (Dalin ja Jeffcott 1986). Vanhemmilla hevosilla havaittiin myös halkeamamuodostusta nivelen ääri rajojen alueella. Suurin osa nivelpinnan muutoksista liittyi ikään. Ruston epätasaisuutta nähtiin ikävuodesta kaksi eteenpäin (Dalin ja Jeffcott 1986). Ikään liittyviä muutoksia havaittiin olevan myös ruston

oheneminen ja ruston alaisen luun näkyminen sekä ruston aaltoileva tai urainen pinta ja fibroosisäikeet nivelpinnalla (Dalin ja Jeffcott 1986). Vanhemmilla hevosilla nähtiin myös selvää ruston ohenemista. Ristiluun nivelpinnan kaudaalirajalla nähtiin myös luupiikkimuodostusta. Nuoremmilla hevosilla nähtiin paikallisia syvennyksiä tai pieniä reikiä rustossa, mitä ei havaittu vanhemmilla hevosilla (Dalin ja Jeffcott 1986).

Dalin ja Jeffcottin (1986) tutkimuksessa havaittiin suoliluun nivelpinnan olevan epätasaisempi kuin ristiluun nivelpinnan ja siinä nähtiin useammin ryppyjä ja paikallista ohenemista. Nuorilla hevosilla nivelpinta oli sinertävän ruskea, kun taas vanhemmilla se oli samean ruskea. Nivelpinnan epätasaisuuden lisäksi siinä havaittiin olevan usein kraniokaudaalisia uurteita (Dalin ja Jeffcott 1986). Myös suoliluun nivelpinnan ääri rajojen havaittiin olevan epäsäännöllisiä ja rosoisia. Nivelpinnan rajoilla havaittiin myös pieniä halkeamia. Suurimmalla osalla hevosista nähtiin suoliluun nivelpinnan paikallista ohenemista. Nivelpinnan kurtistumista havaittiin 50 prosentilla, useammin vanhemmilla hevosilla. Vanhemmilla hevosilla nähtiin myös fibroosisäikeitä nivelpinnalla (Dalin ja Jeffcott 1986).

Suurin osa SI-nivelen morfologisista piirteistä nähdään molemminpuolisesti ja suuri osa niistä on ikään liittyviä eteneviä rappeumamuutoksia (Dalin ja Jeffcott 1986). Suoliluun nivelpinnalla näitä muutoksia nähdään useammin kuin ristiluun nivelpinnalla (Dalin ja Jeffcott 1986). SI-nivelen patologisten muutosten kliinistä tärkeyttä on vaikea arvioida, koska terveillä hevosilla on samanlaisia patologisia muutoksia kuin hevosilla, joilla on selkä- ja SI-nivelen ongelmia (Jeffcott ym. 1985).

### 2.3.3 Nivelen luksaatio

SI-nivelen luksaatio eli nivelen sijoiltaan meno kehittyy ajan kuluessa. Eläinlääkäriin tutkimuksiin hevonen tuodaan usein, kun sen ristiselän alue on muuttunut epäsymmetriseksi tai prominentiksi (Rooney ym. 1969). Luksaatio voi olla joko toispuolinen tai molemminpuolinen. Toispuoleisessa luksaatiossa ontuma on usein kummassakin takajalassa, mutta pahempi toisessa (Rooney ym. 1969).

Luksaatiossa SI-ligamentit ovat usein vaurioituneet ja alueella voi olla massiivisiakin verenvuotoja. Usein SI-ligamenttien kraniaaliset syyt ovat venyneet tai revenneet luksaation

puolelta (Rooney ym. 1969). Mikroskooppisesti alueella ei yleensä havaita tulehdusta, luun uudelleen muotoutumista, eikä ruston vaurioita. Luksaatiossa suoliluun on yleensä liikkunut eteen- ja ylöspäin verrattuna ristiluuhun (kranio-dorsaalinen luksaatio) (Rooney ym. 1969).

Luksaation mekaniikka on seuraava: kun johtava takajalka osuu maahan, SI-niveleen kohdistuu suurin rasitus. Selkärangan painopiste aiheuttaa vääntömomentin SI-nivelelle, jolloin nivelpinnat kiertyvät (Rooney ym. 1969). Normaalissa liikkeessä SI-niveleen vastakkaiset pinnat kiertyvät samaan suuntaan. Toisaalta jos takajalka laskeutuu liian eteen, esimerkiksi laskeuduttaessa hypystä, suoliluun nivelpinta kiertyy vastakkaiseen suuntaan kuin ristiluun nivelpinta aiheuttaen SI-ligamenttien kraniaalisten osien venymisen (Rooney ym. 1969). Toisessa tapauksessa jalka laskeutuu maahan liian kaukana edessä ja suoliluun nivelpinta ei kierry, mutta ristiluun nivelpinta voi silti kiertyä, jolloin ligamentit voivat vahingoittua. Ligamenttirepeämä voi siis aiheutua, joko vastakkaisista kiertymistä tai suoliluun ollessa paikallaan samalla, kun ristiluun nivelpinta kiertyy (Rooney ym. 1969). Kyseinen vääntömomentti voi olla riittävä aiheuttaakseen akuutin vamman ligamentteihin, mutta useammin se johtaa vammaan ajan kuluessa (Rooney ym. 1969).

## 2.4 OIREET

Krooninen SI-nivelen vamma aiheuttaa alentunutta suorituskykyä (Rooney 1977, Jeffcott ym. 1985, Dyson ym. 2001). Kliiniset oireet ovat usein epämääräisiä ja voivat näkyä esimerkiksi kieltäytymisenä hyppäämästä tai ajautumisena hypyissä heikomman jalan suuntaan (Rooney 1977, Jeffcott ym. 1985, Dyson ym. 2001). Myös kokoamiskyky eli kyky siirtää painoa takajaloille voi olla heikentynyt etenkin ratsastettaessa (Rooney 1977, Jeffcott ym. 1985, Dyson ym. 2001). Joskus nähdään toisen tai molempien takakavioiden laahaavaa liikettä (Marks 1999). Heikko lautasten ja lannealueen lihaksisto, selkäkipu, haluttomuus ravata tai peitsaaminen (saman puolen etu- ja takajalka liikkuvat samaan aikaan samaan suuntaan) kovassa vauhdissa tai lievä, takajalasta toiseen vaihtuva ontuma voivat myös viitata SI-nivelen ongelmiin (Rooney 1977, Jeffcott ym. 1985, Dyson ym. 2001). Myös takaosan lihaksiston epäsymmetrisyys on yleistä (Dyson ja Murray 2003). Jäykkyys, vaikeudet sivuttaisliikkeissä, käytösmuutokset ja huonolaatuinen laukka ovat yleisiä oireita SI-alueen kiputiloissa (Dyson ja Murray 2003).

SI-alueen kivusta kärsivällä hevosella voi olla lautasten alueella lihassurkastumaa, jonka seurauksena sakraalikyhmien alue näkyy prominenttina (Barstow ja Dyson 2015). Keskimmäisen pakaralihaksen surkastuma voi johtaa siihen, että lannealueen okahaarakkeet näkyvät ja ristiselän alue on huomattavasti korkeammalla kuin säkä (Barstow ja Dyson 2015). Osalla SI-nivelen alueen kivusta kärsivillä hevosilla voi olla lisääntynyttä lihasjännitystä pitkässä selkälihakessa (Barstow ja Dyson 2015). Hevonen voi myös seistä takajalat epänormaalia enemmän mahansa alla (Barstow ja Dyson 2015).

SI-alueen kipu voi aiheuttaa rinta-lannerangan alueen rajoittunutta liikettä, etenkin selän ojennus ja sivuttaissuuntaiset liikkeet voivat olla rajoittuneet ja hevonen voi jopa hermostua näitä liikkeitä stimuloitaessa (Dyson ja Murray 2003). Jotkut hevoset reagoivat voimakkaasti painettaessa sakraalikyhmien aluetta (Dyson ja Murray 2003). Pitkään toinen takajalka ylhäällä seisominen voi tuottaa ongelmia ja aiheuttaa esimerkiksi hankaluuksia kengitettäessä (Dyson ja Murray 2003).

Ravissa SI-alueen kipu nähdään tavallisesti heikentyneenä kokoamiskykynä (Dyson ja Murray 2003). Toisinaan nähdään normaalia leveämpää takajalan askellusta, normaalia kapeampaa takajalan askellusta tai peitsaamista (Dyson ja Murray 2003).

Laukassa SI-alueen kipu nähdään usein jäykkänä takajalkojen askelluksena, jossa takajalat pysyvät suorina ja ovat sivulta katsottuna koko askelluksen ajan lähellä toisiaan. Tällaista laukka-askellusta kutsutaan ”bunny hoppingiksi” (Barstow ja Dyson 2015). Laukka voi myös olla nelitahtinen ja hevonen voi vaihdella laukkaa takaosalla tai rikkoa raville. Usein hevonen myös liikkuu etupainoisena lautanen korkealla (Barstow ja Dyson 2015). SI-alueen kipuun liittyy usein myös pukittelu tai toisella takajalalla taaksepäin potkiminen ja haluttomuus laukata (Barstow ja Dyson 2015). SI-nivelen kipu tulee voimakkaimpana esiin yleensä laukassa, johtuen siitä, että toiselle takajalalle tulee paljon painoa askeleen kolmitahtisuuden takia ja laukassa nivelen liike on voimakkainta (Faber ym. 2001).



## 2.5 DIAGNOSTIIKKA

SI-nivelen toimintahäiriön täsmällisen diagnoosin saavuttaminen hevosella on vaikeaa johtuen usein lievistä kroonisista oireista ja nivelen haastavasta sijainnista (Hausler 2004). SI-nivel on vaikeasti saavutettavissa, koska se sijaitsee syvällä lantiossa ja ympäröivät luut ja lihakset estävät sen palpaation (Goff ym. 2008). Hankalan sijainnin takia diagnoosi perustuukin usein muiden alentunutta suorituskykyä tai ontumaa aiheuttavien syiden poissulkuun (Jeffcott ja Dalin 1985). Hevoselle on tehtävä perusteellinen kliininen tutkimus ja ortopedinen tutkimus (palpaatio, juoksutuskoe, taivutuskoe, diagnostiset puudutukset), jotta voidaan poissulkea muut alentunutta suorituskykyä ja ontumaa aiheuttavat syyt (Findley ja Singer 2015). SI-alueen kipu voi olla myös seurausta muun syyn aiheuttamasta etu- tai takajalan ontumasta (Findley ja Singer 2016).

Kliinisessä tutkimuksessa voidaan havaita arkuutta painettaessa sakraalikyhmyjä kohti toisiaan ja takajalan yläosan taivutuskoe voi antaa positiivisen reaktion (Garcia-Lopez 2018). Sakraalikyhmyjen, lonkkakyhmyjen ja istuinluun kyhmyjen symmetriaa tulee arvioida hevosien seisossa tasaisella alustalla (Findley ja Singer 2015). Myös alueen lihaksiston symmetriaa tulee tarkastella hevosien kummaltakin puolelta ja takaapäin. Lihaksistossa paikallinen tai yleistynyt surkastuminen ovat merkittäviä löydöksiä (Findley ja Singer 2015).

SI-niveltä voidaan tutkia ultraäänen, skintigrafian, röntgenin ja diagnostisten puudutusten avulla. Diagnostisen menetelmän valinta perustuu useaan tekijään, kuten kuvantamismenetelmien saatavuuteen, hintaan, hevosien luonteeseen ja epäiltyyn patologiaan (Findley ja Singer 2015). Diagnostisen kuvantamisen esiintuomat epänormaaliudet eivät ole aina yhteydessä kliinisiin oireisiin ja osalla kliinisesti oireettomista hevosista havaitaan röntgen-, ultraääni- tai skintigrafiatutkimuksessa muutoksia (Findley ja Singer 2015). Onkin tärkeää varmistua siitä, että havaitut muutokset missä tahansa kuvantamisessa ovat syy kipuun tai huonoon suorituskykyyn. Usean eri kuvantamismenetelmän käyttö yhdessä diagnostisten puudutusten kanssa voi auttaa päättämään, onko löydettyllä muutoksella merkitystä (Findley ja Singer 2015).

### 2.5.1 Ultraäänitutkimus

SI-nivelen ultraäänitutkimuksella saadaan tutkittua nivelen ligamentteja ja luisia rakenteita (Findley ja Singer 2015). Transkutaaninen eli ihon päältä tehtävä tutkimus on yksinkertainen, nopea ja helposti toteutettavissa (Denoix 1996). Rektaalinen eli peräsuolen kautta tehtävä ultraäänitutkimus vaatii hieman kokemusta ja hevosen tulisi olla rauhoitettuna, jotta minimoidaan peräsuolen seinämän repeämisen mahdollisuus (Denoix 1996). Dorsaalisen SI-ligamentin ultraäänitutkimus tehdään transkutaanisesti. Ultraäänitutkimuksessa ligamentissa voidaan havaita kaikuisuuden ja koon muutoksia sekä entesofyyttejä (Findley ja Singer 2015).

Rektaalisesti tehtävässä ultraäänitutkimuksessa tutkitaan SI-nivelen kaudoventraalinen osa, lannenikama-ristiluunivelen välilevyn ventraaliosa, kuudennen lannenikaman nikamarungon ja ristiluun ventraaliosa, viidennen ja kuudennen lannenikaman poikkihaarakkeiden väliset nivelet sekä kuudennen lannenikaman ja ristiluun poikkihaarakkeiden väliset nivelet (Barstow ja Dyson 2015). Tutkimuksessa voidaan havaita SI-nivelessä periartikulaarista eli niveltä ympäröivää uudisluumuodostumaa, mikä voi indikoida alueen luupatologiaa (Findley ja Singer 2015). Tutkimuksessa voidaan myös nähdä lonkkahermon suurentumista tai perinnöllistä sakralisaatiota eli viimeisen lannenikaman ja ristiluun yhteensulautumista (Barstow ja Dyson 2015). Ultraäänitutkimuksen löydösten tulkintaa helpottaa vastakkaisen puolen nivelen rakenteiden vertailu (Findley ja Singer 2015).

Tomlinson ym. (2003) tutkivat 20 hevosta, joilla oli todettu SI-nivelestä peräisin olevan kivun aiheuttama ontuma. Hevosista 18:lla oli muutoksia dorsaaliosassa SI-ligamentissa. Hevosista 15:llä ontuman kesto oli krooninen (>1 kuukausi) ja 3 hevosella akuutti (<1 kuukausi). Ultraäänitutkimuksessa kroonisesti ontuvien ryhmällä havaittiin dorsaalisen ligamentin koon pienenneen ontuman puolelta verrattuna vastakkaiseen puoleen ja normaaliin vaihtelualueeseen. Neljä näistä hevosista tutkittiin uudestaan 6-15 kuukauden kuntoutuksen kuluttua. Kaikilla neljällä hevosella ontuma oli parantunut, mutta ultraäänilöydökset olivat pysyneet muuttumattomina. Alle kuukauden ontuneiden ryhmällä ultraäänien avulla nähtiin ontuman puoleisen lyhyen dorsaalisen SI-ligamentin koon suureneen. Koko oli suurempi verrattuna vastakkaiseen puoleen ja normaaliin vaihtelualueeseen. Kahdella havaittiin myös ligamentissa heikkokaikuisia alueita. Yhtä hevosista tutkittiin uudestaan neljän kuukauden

lepojaksen jälkeen, jolloin heikkokaikuiset alueet olivat hävinneet, mutta ligamentin koko ei ollut palautunut. Hevoselle aloitettiin kuntoutusohjelma ja yhdeksän kuukauden kuluttua vauriosta ligamentti oli palautunut normaaliin kokoonsa verrattuna vastakkaiseen ligamenttiin. Tutkimuksen mukaan ultraäänilöydökset viittaavat siihen, että on kahta erilaista kliinistä syndroomaa, jotka vaikuttavat SI-ligamentin patologiaan.

### 2.5.2 Skintigrafia tutkimus

Skintigrafialla eli luuston varjoainekuvauksella saadaan kuvannettua alueita, joita röntgenillä on hankala saada kuvannettua esimerkiksi voimakkaan summaation takia (Findley ja Singer 2015). Skintigrafialla havaitaan alueet, joissa luun aktiivisuus on lisääntynyt. Lisääntynyt aktiivisuus on merkki luun lisääntyneestä hajoamisesta tai muodostumisesta (Lamb ja Koblik 1988).

Skintigrafiassa hevoselle injisoidaan radioaktiivista ainetta suonensisäisesti ja 3-4 tuntia injektiosta hevonen kuvataan gammakameralla (Dyson ym. 2003). Yleensä kuvataan samalla selkä, lantio ja takajalat, koska jotkut näiden alueiden ongelmat esiintyvät usein yhtä aikaa (Fidler ja Singer 2015). Alueet, joilla havaitaan lisääntynyttä radioaktiivisen aineen kertymistä kertovat luusairaudesta (Lamb ja Koblik 1988). Skintigrafialla tunnistetaan SI-nivelen nivelrikko, murtumat ja mahdolliset SI-ligamenttien entesiopatiat (Dyson ja Murray 2003).

SI-nivelen kivusta kärsivillä hevosilla havaitaan puolien välistä epäsymmetrisyyttä radioaktiivisen aineen kertymisessä sekä sakraalikyhmyjen, että SI-niveliä alueella (Dyson ym. 2003). Radioaktiivisen aineen kertyminen voi olla merkittävästi lisääntynyt tai se voi muodostaa epänormaalin kuvion nivelen alueella (Dyson ym. 2003).

Epänormaalia radioaktiivisen aineen kertymistä SI-nivelen alueella ei voida käyttää yksistään diagnostisena, koska oireettomilla ja SI-nivelen patologiasta kärsivillä hevosilla on samankaltaisuutta radioaktiivisen aineen kertymisen voimakkuudessa ja muodossa (Dyson ym. 2003). Radioaktiivisen aineen kertymisen muodon vaihtelu johtuu mahdollisesti ristiluun muodon suuresta vaihtelusta (Gorgas ym. 2009) ja suurten lihasten ja/tai takaraajojen lihasten epäsymmetrian vaikutuksesta radioaktiivisuuden asteen heikentymiseen (Erichsen ym. 2003).

### 2.5.3 Röntgentutkimus

Lantion alueen radiologista tutkimusta vaikeuttavat suurten lihasten ja suolten summautuminen kuvaan, sekä mahdollisten projektioiden vähyys (Jeffcott 1983). Jotta hevosesta saataisiin diagnostisesti laadukkaita kuvia, tulisi hevonen saada selälleen, eli kuvaus olisi suoritettava yleisanestesiassa (Jeffcott 1983). Suurin ongelma alueen radiologisessa tutkimuksessa on kuitenkin luotettavan tiedon puute, minkä takia normaalin variaation ja sairauden radiologinen erottaminen on vaikeaa. Lantion alueella radiologinen variaatio on suurta (Gorgas ym. 2007).

### 2.5.4 Diagnostinen puudutus

Diagnostiset puudutukset ovat hyvä työkalu paikallistamaan ontumaa aiheuttava kipu. Puudutusten peruserä on injisoida puudutetta joko hermon ympärille tai nivelen sisäisesti (Bassage ja Ross 2011). Tuloksen tulkinta perustuu askeleen laadun ja pituuden paranemiseen ja aikaisemmin havaitun vastustelun tai hankalan käyttäytymisen vähenemiseen (Findley ja Singer 2015). Harvoin saavutetaan sataprosenttinen ontuman paraneminen, mutta 70-80%:sta paranemista pidetään positiivisena vasteena (Bassage ja Ross 2011).

SI-nivelen sisäinen kiputunnottomuus on vaikea toteuttaa, johtuen nivelen sijainnista ja kapeasta niveltilasta (Dyson ja Murray 2003). SI-nivelen puudutuksessa puudute injisoidaan periartikulaarisesti. Puudutus ei ole ominainen SI-nivelelle vaan myös muita paikallisia rakenteita puutuu (Dyson ja Murray 2003), eli tarkkaa kivun lähdettä on vaikea määrittää (Bergman ym. 2013). Injektiotekniikan tarkkuuden ja puudutteen oikean määrän avulla voidaan saada puudutettua halutut rakenteet niin, että mahdollisimman vähän ympäröiviä kudoksia puutuu (Engeli ja Haussler 2012). Puudutetta ei tule käyttää liian suurina määriä, koska lonkkahermon puutuessa ojentajalihakset menettävät toimivuutensa, mikä voi johtaa seisomisvaikeuteen (Findley ja Singer 2015) tai jopa takajalkojen kyvyttömyyteen kantaa painoa (Garcia-Lopez 2018).

Marksin (1999) sekä Dysonin ja Murrayn (2003) mukaan puudutteen määrä olisi 20 ml, kun taas Findley ja Singer (2015) käyttivät ainoastaan 8-10 ml 2 %:sta mepivakaiinia yhteen niveleeseen. Engelin ja Hausslerin (2012) mukaan 20 ml injisoiminen periartikulaarisesti SI-

niveleen puuduttaa myös lumbosakraalinivelen, SI-ligamenttejä sekä muita alueen luisia rakenteita ja pehmytkudosrakenteita. Engeli ja Haussler (2012) suosittelivat 8 ml 2%:sta mepivakaiinia, jolloin se olisi spesifisempi SI-nivelelle ja lonkkahermojen puutumisen riski minimoitaisiin. Barstow ja Dysonin (2015) tutkimuksessa puudutettiin yhteensä 284 hevosen SI-nivelet 12-15 ml:lla 2%:sta mepivakaiinia kumpaankin niveleen. Tutkimuksessa vain kahdella hevosella havaittiin lievää takajalkojen ataksiaa puudutusten jälkeen.

Jos hevonen on tarkoitus tutkia ratsain diagnostisen puudutuksen jälkeen, tulee rauhoitusta välttää tai minimoida, jotta taataan ratsastajan turvallisuus. Jos hevonen vaatii rauhoituksen puudutuksen ajaksi, tulee käyttää lyhytaikaisesti vaikuttavia alfa-2-agonisteja, kuten ksylatsiinia mieluummin kuin pitkävaikutteisia alfa-2-agonisteja (Findley ja Singer 2015). Opioidien käyttöä tulee välttää, koska niillä on merkittävämpi kipua lievittävä vaikutus, kuin alfa-2-agonisteilla (Findley ja Singer 2015).

#### 2.5.4.1 Injektiotekniikka

SI-nivelen injektioita hyödynnetään niin diagnostiikassa kuin hoidossakin (Engeli ja Haussler 2004). Käytössä on useita eri tekniikoita, jotka perustuvat lantion ulkoiisiin maamerkkeihin (Cousty ym. 2008). Ensisijainen tavoite on injisoida nivelen sisäisesti tai mahdollisimman lähelle sitä (Engeli ja Haussler 2004). Läheisiä neurovaskulaarirakenteita tulee välttää. Nivelen mediaalinen lähestymistekniikka on osoittautunut turvallisimmaksi ja johdonmukaisimmaksi injektiotekniikaksi (Engeli ja Haussler 2004).

Mediaalisessa SI-nivelinjektiossa käytetään 25 cm pitkää 15 G spinaalineulaa. Suora neula taivutetaan kaarelle niin, että se on 40 asteen kulmassa (Engeli ja Haussler 2004). Neulan pistokohta on 2 cm kraniaalisuuntaan vastakkaisesta sakraaliryhmästä. Neula suunnataan saman puolen lonkkaryhmän ja reisiluun ison sarvennoisen väliin piirretyn viivan puoliväliin (Engeli ja Haussler 2004). Neulan pistokohtaan tehdään skalpellilla 3 mm ihoviilto vähentämään ihon vastusta neulan asettamisen ja etenemisen aikana. Käyrä neula asetetaan 60 asteen kulmassa vertikaalitasoon nähden kohti SI-niveltä. Kun neula on mennyt ihon läpi, se kulkee keskikohdan läpi mennen kuudennen lannenikaman ja ensimmäisen sakraalinikaman okahaarakkeiden välistä kohti samanpuoleisen sakraaliryhmän mediaalipuolta (Engeli ja Haussler 2004). Kun sakraaliryhmän mediaalipuoli kohdataan, neula

uudelleen ohjataan ventraalisesti ja suunnataan hieman jyrkempään kulmaan (50 astetta), jotta neulan pää liukuisi pitkin suoliluun siiven mediaalipuolta, kunnes se saavuttaa ristiluun siiven dorsaalisen pinnan (Engeli ja Haussler 2004).

Muita injektiotekniikoita ovat kraniaalinen ja kaudaalinen injektiotekniikka (Engeli ja Haussler 2004). Näiden tekniikoiden neulan pistokohta ja pistosyvyys ovat kuitenkin epäluotettavasti määritettävissä ulkoisista maamerkeistä. Kaudaalisessa lähestymisessä on myös riski osua isoihin neurovaskulaarirakenteisiin, jotka sijaitsevat kaudaalisesti nivelestä. Myös lonkkahermon paralyysi voi olla mahdollinen (Engeli ja Haussler 2004).

Engeli ja Haussler (2004) ovat tehneet tutkimuksen mediaalisesta injektiotekniikasta, jossa he injisoivat yhteensä 48 niveltä metyleenisinellä, minkä jälkeen hevoset lopetettiin ja lantion alue dissektoitiin. Injektioista 83% onnistui, eli metyleenisininen saatiin nivelen sisään tai alle kahden senttimetrin päähän. Onnistumiskriteeri pohjautui olettamukseen, että injisoidut lääkeaineet (esim. paikallispuudutteet, kortikosteroidit) pystyvät diffundoitumaan tehokkaasti 2 cm tarjotakseen optimaalisen diagnostisen tai terapeuttisen vaikutuksen SI-nivelen nivelrikkomuutoksissa.

Cousty ym. (2008) tekivät tutkimuksen ultraääniohjatuista injektiotekniikoista käyttäen viittä eri lähestymiskohtaa. Tuloksena tutkimuksessa oli, että ultraäänen avulla saadaan neula ohjattua suoliluun siiven alle, mutta ultraäänen avulla ei nähdä osutaanko niveleen, vaan siiven alla joudutaan etenemään sokkona.

## 2.6 HOITO

### 2.6.1 Yleiset hoitoperiaatteet

Tarkan diagnoosin saavuttaminen SI-nivelen alueen patologiasta on vaikeaa, joten hoitosuosituksen ovat oireenmukaisia (Hausler 2011). Systemisiä ja paikallisia lääkkeitä voidaan käyttää joko yksin tai yhdessä (Findley ja Singer 2016). Tehokas hoito ja pitkäaikainen kuntoutus vaativat yleensä erityistä fysioterapiaa ja liikuntaohjelmaa, joka stimuloi neuromotoriikan ja biomekaniikan palautumista nivelen, lihasten, faskioiden ja ligamenttien toiminnassa (Hausler 2011). Yleisesti lepo, paikallisen tulehdusreaktion lievitys ja fysioterapia ovat indikoituja hevosilla, joilla on akuutti ligamenttivamma. Pitkäaikainen lepo on kuitenkin kontraindikoitua, koska vähentynyt lihasjännitys saattaa pahentaa vammaa (Hausler 2011).

### 2.6.2 Paikallislääkitys

Kortikosteroidit ovat hyviä anti-inflammatorisia lääkkeitä, jotka toimivat myös kivun lievityksessä (Findley ja Singer 2016). Niitä voidaan käyttää nivelen sisäisesti tai periartikulaarisesti. Käyttö on kontraindikoitua hevosilla, joilla on kaviokuumehistoriaa tai metabolinen syndrooma (Findley ja Singer 2016).

### 2.6.3 Systemilääkitys

Tulehduskipulääkkeitä voidaan käyttää yhdessä kortikosteroidi-injektioiden tai fysioterapian kanssa. Tulehduskipulääkkeet ovat harvoin tehokkaita yksin käytettyinä (Findley ja Singer 2016). Niitä käytetään akuutin tulehdusreaktion hillintään. Mahdollisia sivuvaikutuksia ovat muun muassa dorsaalisen paksusuolen tulehdus, mahahaava ja munuaisten papillanekroosi (Findley ja Singer 2016).

### 2.6.5 Fysioterapia ja liikunta

Hevosen fysioterapia perustuu ihmislääketieteen vahvaan tieteelliseen pohjaan. Hevosen hoidosta ja kuntoutuksesta on olemassa useita ammattilais- ja maallikkotekstejä, mutta johtuen huomattavista edistysaskelista diagnostiikassa ja eläinlääkinnällisessä hoidossa, suuri osa tämänhetkisestä hevosen fysioterapiaa käsittelevästä kirjallisuudesta ei ole tieteellisesti näyttöön perustuvaa (Goff ja Stubbs 2016).

Kuntoutusohjelman tavoite on ehkäistä lisävammoja ja tehostaa kudosten paranemista. Ideaalinen kuntoutusohjelma perustuu ymmärrykseen ja tietämykseen kudoksen vasteesta vammaan ja kudoksen paranemisprosessista (Goff ja Stubbs 2016).

Eläinkokeet ovat osoittaneet, että ruston vammassa ja rappeumassa nivelen käyttämättömyys yhdistettynä huonoon lihaskontrolliin ja heikkouteen ovat riskitekijöitä, jotka johtavat nivelen rappeumaan (Laurent ym. 2006). Tämän takia kontrolloitu liikunta kuntoutuksessa on tärkeää (Goff ja Stubbs 2016). Muuttunut kuorma SI-nivelessä voi johtaa nivelpinnan muutoksiin. Näin ollen neuromotorista kontrollia parantava liikunta voi parantaa nivelten terveyttä (Goff ja Stubbs 2016).

Kontrolloidulla liikuntaohjelmalla tähdätään lihaksiston kasvattamiseen ja lihaskunnan parantamiseen (Jeffcott 1982). Lievissä tapauksissa tämän tyyppinen hoito on ollut tuloksekas. Hevonen on pidettävä hyvässä kunnossa koko ajan, jotta sen lihaskunto ei heikkene (Jeffcott ym. 1985). Ennen kuin hevoselle aletaan suunnitella kontrolloitua liikuntaohjelmaa, tulee sillä olla diagnoosi (Davidson 2016). Ilman oikeaa diagnoosia ja hoitoa riski vamman uusimiseen ja siihen, ettei hevonen palaudukaan, on suurempi. Kuvantamista käytetään apuna diagnoosissa, koska on tärkeää tietää mikä kudokseksi on vaurioitunut ja kuinka vakavasti (Davidson 2016).

Ideaalinen kuntoutusohjelma täydentää ja tukee paranemisprosessia. Peruseriaate on vähentää kudoksen kuormaa ja räsitusta sillä aikaa, kun normaali korjaava prosessi on käynnissä (Davidson 2016). Akuutissa vammassa hevosen tulisi olla karsinalevossa 1-3 viikkoa. Riippuen vammasta voidaan karsinalepoon yhdistää lyhyitä kävelyitä (Davidson 2016). Suurimmassa osassa pehmytkudosvammoista kävelytys tulee aloittaa aikaisin, jotta edistetään optimaalista säiemuodostusta ja ehkäistään kiinnikkeiden muodostumista (Kaneps 2016).

Kun kudosparaneminen jatkuu, voidaan kontrolloitu liikuntaohjelma aloittaa. Liikunta aloitetaan 5-10 minuutin kävelyistä 1-2 kertaa päivässä, riippuen vamman vakavuudesta (Davidson 2016). Kontrolloitu liikunta parantaa kollageenisäikeiden järjestäytymistä ja ehkäisee kudosatrofiaa. Liikunta ligamentin uudelleen järjestäytymisen aikana auttaa vahvistamaan sen mekaanisia ominaisuuksia (Davidson 2016). Liikuntaohjelma suunnitellaan



vamman tyypin ja vakavuuden perusteella hevosen fyysinen kunto huomioiden. Ontumatutkimus ja diagnostinen kuvantaminen tulisi toistaa 8-10 viikon välein ja jos vamma jatkaa paranemistaan, tulisi liikuntaa lisätä asteittain (Davidson 2016). Liikunnan vähentäminen on indikoitua, jos hevonen alkaa ontua ja/tai kuvantamisella huomataan, ettei kudokset ole parantuneet (Davidson 2016).

Juoksutuksessa hevosella voidaan käyttää juoksutusapuja, kuten Pessoa® (Findley ja Singer 2016). Se on köysistä ja väkipyöristä koostuva apuhja, joka parantaa hevosen asentoa, stimuloi vartalon lihasten aktivaatiota ja parantaa hevosen liikettä kokonaisuudessaan (Walker ym. 2013). Se muokkaa hevosen lihaksistoa oikeaan suuntaan kuntoutuksen aikana, lisäämättä etu- tai takaraajojen kuormitusta (Walker ym. 2013). Apuhja rohkaisee hevosta liikkumaan pitkällä ja matalalla rungolla, jolloin se venyttää selkälihaksiaan (Findley ja Singer 2016).

## 2.7 YLEISYYS

SI-nivelen ongelmia nähdään eniten puoliverisillä este- ja kouluhevosilla (Hausler 2011). SI-nivelen kipua on raportoitu myös lämminverisillä ravihevosilla (Hausler 2011). SI-nivelen kipu voi olla seurausta esimerkiksi takajalan ontumasta (Findley ja Singer 2015).

Dyson ja Murrayn (2003) tutkimuksessa 47%:ssa tapauksista SI-nivelen kipu ei liittynyt muuhun ontumaan, 16%:ssa tapauksista se oli yhteydessä takajalan ontumaan ja 7%:ssa etujalan ontumaan. Samassa tutkimuksessa todettiin, että SI-nivelen kivusta kärsivät hevoset ovat usein vanhempia, säkäkorkeudeltaan suurempia ja painavampia, verrattuna kaikkiin klinikalla käyneisiin hevosiin. Tutkimuksessa todettiin myös, että koulu- ja estehevoset ovat suurimmassa riskissä SI-nivelen kipuoireiluun.

Hauslerin ym. (1999) tutkimuksessa 36 täysiverisen laukkahevosien SI-nivelet tutkittiin post mortem. Hevosista 81% oli lopetettu akuutin vamman takia ja 19% oli kuollut laukkaradalla. Jokaisen hevosen SI-nivelistä löytyi jonkun asteisia rappeumamuutoksia. Muutokset oli jaettu lieviin (8%), kohtalaiseen (61%) ja vakaviin (31%) muutoksiin ja hevoset olivat iältään 2-9 vuotiaita. Hevosista 34:llä ei ollut nivelien löysyyttä tai fibrotisoitumista, vaikka nivelissä oli rappeumamuutoksia. Tutkimuksessa todettiin, että kliinisten oireiden puuttuminen saattaa johtua siitä, että epänormaaliudet nivelpinnoilla, kuten syvennykset, eroosiot ja uudismuodostumat, ovat adaptiivisia muutoksia ja siten niillä ei ole kliinistä merkitystä.

## 2.8 ENNUSTE

Ennuste akuutissa vauriossa, vaikka se olisi vakava, on hyvä, jos hevonen saadaan välittömästi lepoon (Marks 1999). Kroonisissa tapauksissa ennuste on usein huonompi, koska niillä on tapana uusiutua liikunnan vaatimustason kasvaessa ja siten hevonen ei usein palaudu edelliselle tasolleen (Marks 1999, Findley ja Singer 2016).

### 3 POHDINTA

SI-nivelen alueen anatomia on monimutkainen ja vaikeasti hahmotettava. Tavoitteeni oli esitellä anatomia tarkasti ja selkeästi, jotta se helpottaisi alueen patologian ymmärrystä ja tarjoaisi selkeän kokonaisuuden kliinistä työtä helpottamaan. Anatomian osuudesta käy ilmi, kuinka hankala SI-nivelen alue on tutkimisen kannalta. Luiset rakenteet ovat nivelen päällä dorsaalisesti, eikä ultraäänitutkimuksessa päästä siten kuvantamaan nivelen dorsaaliosaa. Myös niveleen injisoiminen joudutaan tekemään sokkona ulkoisia maamerkkejä apuna käyttäen, johtuen nivelen hankalasta sijainnista.

Nivelen biomekaniikan osalta tutkimus on vielä selkeästi kesken. Tutkimuksia aiheesta löytyy huonosti. Tällä hetkellä saatavilla olevissa tutkimuksissa Goff ym. (2010) kiinnittivät hevosen lantion ja ristiluun luisiin rakenteisiin antureita, jotka mittasivat alueen kolmiulotteista liikettä. Tutkimustulosten perusteella todettiin, että ravissa liike on pienempää kuin käynnissä. Tutkimuksissa ei siis olla päästy kovinkaan pitkälle. Myös sairaiden hevosten nivelen toiminnan ja liikkeen tutkiminen ja suurempi tutkimuspopulaatio olisi tarpeen. Nivelen liikkeen ja toiminnan tutkiminen auttaisi ymmärtämään alueen patologiaa, sen syntyä ja merkitystä.

Hevosten ontumat ja alentunut suorituskyky on yleinen syy hakeutua eläinlääkärin tutkimuksiin. SI-nivelen kautta välittyy voima takajaloista koko vartalolle, joten alueen kipu voi saada aikaan monenlaisia oireita. SI-nivelen ongelmissa oireet ovat usein hyvin epäspesifisiä ja yleensä nähdään vain suorituskyvyn heikkeneminen. Hevoselle tulisi tehdä aina perusteellinen ontumatutkimus taivutuksineen ja puudutuksineen ennen SI-nivelen tutkimista, jotta löydettäisiin mahdolliset samanaikaiset ontumaa tai suorituskyvyn laskua aiheuttavat ongelmat. Tyypillinen SI-nivelen kroonisesta kivusta kärsivä hevonen on takapäästään lihasköyhä, etenkin keskimäinen pakaralihas on usein surkastunut, minkä johdosta sakraaliryhmyt ja lannealueen okahaarakkeet näkyvät prominentteina. Yleisimmin SI-nivelvaivoja nähdään ratsuhevosilla ja tyypillisesti ne aiheuttavat huonoa suorituskykyä etenkin laukassa. Oireiden ollessa epämääräisiä ja usein lieviä voi tilanne jatkua pitkäänkin. Hevonen voi olla pitkään kipeä ja vastustella ratsastaessa, mutta tilanteeseen puututaan usein

vasta kun hevonen alkaa olla mahdoton ratsastaa tai se ontuu. Eläinlääkäreiden tulisi myös osata epäillä SI-nivelalueen ongelmia tämän tyyppisillä potilailla ja osata tutkia aluetta.

SI-nivelen ongelmat jaetaan usein SI-nivelen nivelrikkomuutoksiin ja SI-ligamenttien vaurioihin. Nivelen tutkiminen on hankalaa sen sijainnin takia. Diagnostisen kuvantamisen keinoja on käytettävissä rajoitetusti ja usein käytetäänkin pelkästään ultraääntä. Ultraäänellä saadaan myös samalla poissuljettua alueen muita ongelmia. Rektaalisesti nivelen ventraalipinta saadaan palpoitua ja kuvannettua ultraäänellä, mutta nivelen dorsaaliosaa ei pystytä palpoimaan suurten lihasten takia ja ultraäänellä tutkittaessa suoliluun siivet ovat nivelen edessä. Skintigrafia on hyvä työkalu nivelrikkomuutosten, murtumien ja ligamenttien kiinnityskohtien muutosten diagnosointiin, mutta sen käyttöä SI-nivelten tutkimisessä yksinään ei suositella, koska hevosilla on havaittu olevan paljon päällekkäisyyttä alueen radioaktiivisen aineen kertymisessä terveiden ja sairaiden välillä, joten mahdollisten muutosten tulkinta on hankalaa. Ligamenttien tutkiminen ultraäänellä on helppoa, mutta vaatii kuitenkin harjoittelua ja alueen anatomian tuntemusta. Muutosten arviointia helpottaa yleensä vastakkaiseen ligamenttiin vertaaminen. Ligamenttivammoissa myös paranemisen seuranta on tärkeää ja se on helposti toteutettavissa ultraäänellä.

SI-nivelen nivelrikkomuutosten diagnostiikassa haastavin osuus on löydösten merkittävyyden arviointi. Luisten rakenteiden rappeumamuutoksia nähdään myös terveillä hevosilla ja muutokset ovat samanlaisia, kuin SI-nivelen kivusta kärsivillä hevosilla. Sekä terveillä, että sairailta hevosilla nivelen muutokset ovat usein molemmin puoleisia, joten vastakkaiseen niveleen vertailu ei usein auta. Terveiden hevosten normaalivariaatio nivelessä on suurta ja myös terveillä voidaan nähdä luupiikkejä nivelen reuna-alueilla, joten muutosten kliininen merkitys tulisi aina selvittää. Tähän paras keino olisi nivelten puudutus. SI-nivelen nivelrikko aiheuttaa usein vain suorituskyvyn laskua, joten puudutuksen jälkeen hevonen tulisi tutkia myös ratsain tai ajaen puudutuksen vasteen määrittämiseksi. Diagnostisilla puudutuksilla kivun paikallistaminen SI-nivelen alueelle olisi varminta, mutta sillä ei yksinään saada kiinni tiettyä patologiaa, koska puudute injisoidaan periartikulaarisesti, jolloin myös muita alueen rakenteita puutuu. Parasta olisi siis yhdistää aina jokin diagnostisen kuvantamisen menetelmä nivelten puudutukseen.

SI-nivelen puudutus ei ole arkipäivää ainakaan Suomessa. Nivelen puuduttamisessa on riskinä lonkkahermon puutuminen. Lonkkahermo kulkee lähellä niveltä ja sen puutuessa hevosen takajalat voivat menettää hetkellisesti toimintakykynsä, mikä on riski myös ratsastajalle. Barstowin ja Dysonin (2015) tutkimuksessa puudutettiin yhteensä 284 hevosen SI-nivelet. Tutkimuksessa kahdella hevosella havaittiin lievää takajalkojen ataksiaa puudutusten jälkeen. Tarkka injektiotekniikka ja kokemus vähentävät riskiä, mutta toisaalta onko puudutusvasteen saavuttaminen riskin arvoista, kun hoitovaihtoehtojakaan ei paljoa ole.

SI-alueen ongelmien hoidossa tärkeintä on oireenmukainen hoito. Yleensä akuutit vammat vaativat lepoa, mutta pitkäaikaista lepoa tulee välttää, koska vähentynyt lihastuki alueella heikentää entisestään nivelen vakautta. Pitkäaikainen kuntoutus, lihaksiston kasvattaminen ja lihaskunnon parantaminen on tärkeää. Hoidon kannalta tärkeintä olisi erottaa akuutti ja krooninen vamma toisistaan. Myös ennaltaehkäisyssä tärkeää on hyvän lihaskunnon ylläpito.

Tavoitteenani oli luoda apuväline kliiniseen työhön ja ontumatutkimukseen hevosilla. Ainakin omalta osaltani olen selkeyttänyt ajatuksiani SI-nivelen anatomiasta ja alueen ongelmista. Toivottavasti kirjallisuuskatsaukseni antaa apuja myös muille kliiniseen työhön.

## 4 KIRJALLISUUSLUETTELO

Back W, Schamhardt HC, Barneveld A. Kinematic comparison of the leading and trailing fore- and hindlimbs at the canter. *Equine Vet J* 1997, 29:80-83.

Barstow A, Dyson S. Clinical features and diagnosis of sacroiliac joint region pain in 296 horses: 2004-2014. *Equine Vet Educ* 2015, 27:637-647.

Bassage LH, Ross MW. Diagnostic analgesia. Teoksessa: Ross M, Dyson S. Diagnosis and management of lameness in the horse 2. p. Elsevier, St. Luis, Missouri, Yhdysvallat 2011. 100-135.

Bergman EHJ, Puchalski SM, Denoix J. How to perform a transrectal ultrasound examination of the lumbosacral and sacroiliac joints. *AAEP* 2013, 59:229-230.

Cousty M, Rossier Y, David F. Ultrasound-guided periarticular injections of the sacroiliac region in horses: a cadaveric study. *Equine Vet J* 2008. 40:160-166.

Dalin G, Jeffcott LB. Sacroiliac joint of the horse 1. Gross morphology. *Anat Histol Embryol* 1986, 15:80-94.

Davidson EJ. Controlled exercise in equine rehabilitation. *Vet Clin Equine* 2016, 32:159-165.

Denoix J. Ligament injuries of the axial skeleton in the horse: supraspinal and sacroiliac desmopathies. *Dubai Int Eq Symp* 1996, 273-286.

Dyson S, Murray R. Pain associated with the sacroiliac joint region: a clinical study of 74 horses. *Equine Vet J* 2003, 35:240-245.

Dyson S, Branch M, Murray R, Wood J. Sacroiliac pain: Is definitive diagnosis possible? *Proceedings of the 7th Congress on Equine Medicine and Surgery* 2001, 84-92.

Dyson S, Murray R, Branch M, Harding E. The sacroiliac joints: evaluation using nuclear scintigraphy. Part 2: Lame horses. *Equine Vet J* 2003, 35:233-239.

Engeli E, Haussler KK. Review of injection techniques targeting the sacroiliac region in horse. *Equine Vet Educ* 2012, 24:329-541.

Engeli E, Haussler KK, Erb HN. Development and validation of a periarticular injection technique of the sacroiliac joint in horses. *Equine Vet J* 2004, 36:324-330.

Erichsen C, Eksell P, Widsröm C, Berger M, Roethlisberger Holm K, Johnston C. Scintigraphy of the sacroiliac joint region in asymptomatic horses: scintigraphic appearance and evaluation of method. *Vet Radiol Ultrasoun* 2003, 44:699-706.

Faber M, Johnston C, Schamhardt H, van Weeren PR, Roepstorff L, Barneveld A. Basic three-dimensional kinematics of the equine spine during canter. *Equine Vet J* 2001, 33:145-149.

Findley J, Singer E. Equine back disorders 1. Clinical presentation, investigation and diagnosis. *In Practice* 2015, 37:456-467.

Findley J, Singer E. Equine back disorders 2. Treatment options. *In Practise* 2016, 38:33-38.

Garcia-Lopez JM. Neck, back and pelvic pain in sport horses. *Vet Clin Equine* 2018, 34:235-251.

Gillis CL. Rehabilitation of tendon and ligament injuries. *Proc Am Assoc Equine Pract* 1997, 43:306-309.

Goff LM, Jeffcott LB, Jasiewicz J, McGowan CM. Structural and biomechanical aspects of equine sacroiliac joint function and their relationship to clinical disease. *Equine Vet J* 2008, 176:281-293.

Goff L, Stubbs N. Equine treatment and rehabilitation. Teoksessa: McGowan CM, Goff L, Stubbs N, *Animal physiotherapy: assessment, tretment and rehabilitation of animal*. 1. p. Blackwell, Oxford, UK, 2016, 238-251.

Goff L, Van Weeren PR, Jeffcott L, Condie P, McGowan C. Quantification of equine sacral and iliac motion during gait: A comparison between motion capture with skin-mounted and bone-fixed sensors. *Equine Vet J* 2010, 42:468-474.

Gorgas D, Kircher P, Doherr MG, Ueltschi G, Lang J. Radiographic technique and anatomy of the equine sacroiliac region. *Vet Radiol Ultrasoun* 2007, 6:501-506.

Gorgas D, Luder P, Lang J, Doherr MG, Ueltschi G, Kircher P. Scintigraphic and radiographic appearance of the sacroiliac region in horses with gait abnormalities or poor performance. *Vet Radiol Ultrasoun* 2009, 2:208-214.

Hausler KK. Diagnosis and management of sacroiliac joint injuries. Teoksessa: Ross M, Dyson S. *Diagnosis and management of lameness in the horse* 2. p. Elsevier, St. Luis, Missouri, Yhdysvallat 2011, 583-591.



Hausler KK. Functional anatomy and pathophysiology of sacroiliac joint disease. AAEP 2004, 50:361-366.

Hausler KK. Anatomy of the thoracolumbar vertebral region. Vet Clin N Am-Equine 1999, 15:13-26.

Hausler KK, Stover SM, Willits NH. Pathological changes in the lumbosacral vertebrae and pelvis. Am J Vet Res 1999, 60:143-153.

Jeffcott L. Radiographic appearance of equine lumbosacral and pelvic abnormalities by linear tomography. Vet Radiol 1983, 24:201-213.

Jeffcott LB, Dalin G, Ekman S, Olsson SE. Sacroiliac lesions as a cause of chronic poor performance in competitive horses. Equine Vet J 1985, 17:111-118.

Kaneps AJ. Practical rehabilitation and physical therapy for the general equine practitioner. Vet Clin Equine 2016, 32:167-180.

Kersten AAM, Edinger J. Ultrasonographic examination of the equine sacroiliac region. Equine Vet J 2004, 36:602-608.

König HE, Liebich HG. Veterinary anatomy of domestic mammals. 3. p. Schattauer GmbH, Stuttgart, Saksa 2007.

Lamb CR, Koblik PD. Scintigraphic evaluation of skeletal disease and its application to the horse. Vet Radiol 1988, 29:16-27.

Laurent D, O'Byrne E, Wasvary J, Pellas TC. In vivo MRI of cartilage pathogenesis in surgical models of osteoarthritis. Skeletal Radiol 2006, 35:555-564.

Lee M. Biomechanics of joint movements. Teoksessa: Refshauge K, Gass E. Musculoskeletal physiotherapy. Butterworth Heinemann, Oxford, Englanti, 1995.

Marks D. Medical management of back pain. Vet Clin N Am-Equine 1999, 15:179-194.

Pilsworth RC. Diagnosis and management of pelvic fractures in the Thoroughbred racehorse. Teoksessa: Ross M, Dyson S. Diagnosis and management of lameness in the horse 2. p. Elsevier, St. Luis, Missouri, Yhdysvallat 2011, 564-571.

Rooney JR. Sacroiliac arthrosis and "stifle lameness". Mod Vet Pract 1977, 58:138-139.

Rooney JR, Delaney FM, Mayo JA. Sacroiliac luxation in the horse. Equine Vet J 1969, 1:287.

Tomlinson JE, Sage AM, Turner TA. Ultrasonographic abnormalities detected in the sacroiliac area in twenty cases of upper hindlimb lameness. *Equine Vet J* 2003, 35:48-54.

Tucker RL, Schneider RK, Sondhof AH, Ragle CA, Tyler JW. Bone scintigraphy in the diagnosis of sacroiliac injury in twelve horses. *Equine Vet J* 1998, 30:390-395.

Walker VA, Dyson SJ, Murray RC. Effect of a Pessoa training aid on temporal, linear and angular variables of the working trot. *Equine vet J* 2013, 198:404-411.