



Koiran kohdun toiminnan mittarit ja dystokian konservatiivinen hoito

Roosa Määttä

Lisensiaatin tutkielma
Kotieläinten lisääntymistiede
Kliinisen pieneläinlääketieteen osasto
Eläinlääketieteellinen tiedekunta
Helsingin yliopisto

7.4.2024

TIEDEKUNTA – FAKULTET – FACULTY Eläinlääketieteellinen tiedekunta		KOULUTUSOHJELMA – UTBILDNINGSPROGRAM – DEGREE PROGRAMME Eläinlääketieteen lisensiaatin koulutusohjelma	
TEKIJÄ – FÖRFATTARE – AUTHOR Roosa Määttä			
TYÖN NIMI – ARBETETS TITEL – TITLE Koiran kohdun toiminnan mittarit ja dystokian konservatiivinen hoito			
TYÖN LAJI – ARBETETS ART – LEVEL Lisensiaatintutkielma		AIKA – DATUM – MONTH AND YEAR 7.4.2024	SIVUT – SIDOR – PAGES 28
TIIVISTELMÄ – REFERAT – ABSTRACT			
<p>Koiran kohdun toimintaa tiineyden ja synnytyksen aikana voidaan arvioida erilaisten metabolisten ja fyysisten mittareiden avulla. Metabolisten mittareiden eli nartun verestä mitattavien arvojen avulla voidaan mitata kohdun supistumiseen liittyvien kalsiumin, glukoosin ja laktaatin pitoisuuksia, kun taas fyysisillä mittareilla, kuten kardiotokografilla, voidaan mitata nartun kohdun supistusten voimakkuutta, tiheyttä ja kestoa. Metabolisia ja fyysisiä mittareita voidaan käyttää apuna synnytysvaikeuden eli dystokian syyn selvittämisessä.</p> <p>Dystokiaa esiintyy noin viidessä prosentissa kaikista koiran synnytyksistä. Dystokian syyt voidaan jakaa emästä johtuviin (maternaalisiin) ja sikiöstä johtuviin (fetaalisiin) tekijöihin. Syyn selvittämisen jälkeen jokaisen synnytysvaikeuspotilaan hoitosuunnitelma on laadittava tapauskohtaisesti ja siinä on otettava huomioon sekä nartun ja pentujen hyvinvointi että omistajan mielipide.</p> <p>Dystokian hoito voi olla konservatiivista tai kirurgista. Konservatiiviseen hoitoon kuuluvat manuaalinen synnytyssapu ja lääkkeellinen hoito. Manuaalisella synnytyssavulla tarkoitetaan pennun auttamista ulos synnytyskanavasta. Lääkkeellisen hoidon yhteydessä yleisimmin käytettyjä lääkkeitä dystokian hoitoon ovat oksitosiini ja kalsiumglukonaatti.</p> <p>Tämä kirjallisuuskatsaus käsittelee koiran normaalia kiimakiertoa, normaalin tiineyden ja synnytyksen kulkua, niihin liittyviä hormoneja sekä kohdun toiminnan mittareita. Katsauksessa käsitellään dystokian tekijöitä, synnyttävän nartun ja pentujen tilan arviointia sekä dystokian konservatiivista hoitoa sisältäen manuaalisen synnytyssavun ja lääkkeellisen hoidon. Tässä kirjallisuuskatsauksessa ei käsitellä dystokian kirurgisen hoidon eli sektion kulkua.</p> <p>Tämän lisensiaatintutkielman tarkoituksena on lisätä tietoa kohdun toiminnasta sekä yhdistää tietoa erilaisista dystokian konservatiivisen hoidon menetelmistä. Tavoitteena on auttaa eläinlääkäreitä tunnistamaan ja ymmärtämään konservatiivisen hoidon mahdollisuuksia ja rohkaista hyödyntämään niitä kliinisessä työssä.</p>			
AVAINSANAT – NYCKELORD – KEYWORDS koira, kohtu, tiineys, dystokia			
SÄILYTYS-PAIKKA – FÖRVARINGSTÄLLE – WHERE DEPOSITED E-Thesis: https://ethesis.helsinki.fi			
OHJAAJAT Olli Peltoniemi, Maria Nystén			

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2. KIRJALLISUUSKATSAUS.....	2
2.1 KOIRAN KIIMAKIERTO JA TIINEYS	2
2.1.1 Koiran normaali kiimakierto ja hormonitoiminta	2
2.1.2 Tiineyden pituus ja diagnosointi.....	4
2.2 TIINEYDEN JA SYNNYTYKSEN TÄRKEIMMÄT HORMONIT	6
2.2.1 Progesteroni ja prostaglandiini.....	6
2.2.2 Oksitosiini	7
2.2.3 Prolaktiini.....	7
2.2.4 Relaksiini.....	7
2.2.5 Kortisoli.....	8
2.3 NORMAALI SYNNYTYS	9
2.3.1 Synnytyksen käynnistyminen.....	9
2.3.2 Avautumisvaihe	9
2.3.3 Työntövaihe	10
2.3.4 Jälkeisvaihe	11
2.4 KOHDUN TOIMINNAN MITTARIT	12
2.4.1 Metaboliset mittarit	12
2.4.2 Fyysiset mittarit	14
2.5 DYSTOKIA ELI SYNNYTYSVAIKEUS.....	16
2.5.1 Dystokian määritelmä.....	16
2.5.2 Maternaaliset tekijät	17
2.5.3 Fetaaliset tekijät	18
2.5.4 Synnyttävän nartun arviointi	18
2.5.5 Pentujen tilan arviointi	19
2.5.6 Dystokian hoitovaihtoehdot	20
2.6 DYSTOKIAN KONSERVATIIVINEN HOITO	21
2.6.1 Manuaalinen synnytysapu	21
2.6.2 Lääkkeellinen hoito.....	22
2.6.3 Kalsium	22
2.6.4 Oksitosiini	23
2.6.5 Denaveriini.....	24
2.6.6 Glukoosi	25
2.6.7 Kivunhallinta	25
3. POHDINTA	27
4. LÄHDELUETTELO	29

1 JOHDANTO

Koiran tiinehtyminen, tiineyden ylläpito ja synnytys ovat tarkkaan hormonaalisesti säädeltyjä. Tiineyden aikaiset hormonimuutokset pyrkivät varmistamaan kohdun toimivuuden tiineyden aikana (Verstegen-Onclin ja Verstegen 2008), mutta myös valmistamaan kohtua ja muuta elimistöä synnytykseen sekä synnytyksen jälkeiseen pentujen hoitoon (Arlt 2020). Kohdun toimintaa tiineyden ja synnytyksen aikana voidaan mitata erilaisilla metabolisilla ja fyysisillä mittareilla (Lezama-García ym. 2023), jotka voivat auttaa synnytysvaikeuden eli dystokian tunnistamisessa.

Synnytysvaikeuksia eli dystokiaa esiintyy noin viidessä prosentissa kaikista koiran synnytyksistä (Pretzer 2008). Dystokian syyt voidaan jakaa emästä johtuviin (maternaalisiin) ja sikiöstä johtuviin (fetaalisiin) tekijöihin (Darvelid ja Linde-Forsberg 1994). Dystokiaa epäiltäessä eläinlääkärin on arvioitava niin nartun kuin pentujenkin tilanne ja valittava oikea hoitomenetelmä molempien selviämisen turvaamiseksi. Nopea toiminta on tärkeää, sillä pentujen eloonjäämisprosentti on huomattavasti korkeampi, kun synnytysongelmat havaitaan ja synnytysapu aloitetaan 6 tunnin sisällä synnytyksen toisen vaiheen käynnistymisestä (Münnich ja Küchenmeister 2009).

Dystokian hoito voi olla konservatiivista tai kirurgista. Tässä kirjallisuuskatsauksessa käsitellään dystokian konservatiivista hoitoa, joka käsittää manuaalisen synnytysavun ja dystokian lääkkeellisen hoidon (Runcan ja Coutinho da Silva 2018). Lääkkeellinen hoito on indikoitua dystokian hoidossa, jos nartun yleisvointi on hyvä, kohdunkaula on avautunut, sikiön mahtuminen ulos synnytyskanavasta on mahdollista, eikä ultraäänitutkimuksessa havaita merkkejä sikiön stressitilasta (Pretzer 2008). Lisäksi täytyy olla varma siitä, ettei synnytyskanavassa ole tukosta (Runcan ja Coutinho da Silva 2018). Yleisimmin käytettyjä lääkkeitä dystokian hoidon yhteydessä ovat oksitosiini ja kalsiumglukonaatti (Pretzer 2008).

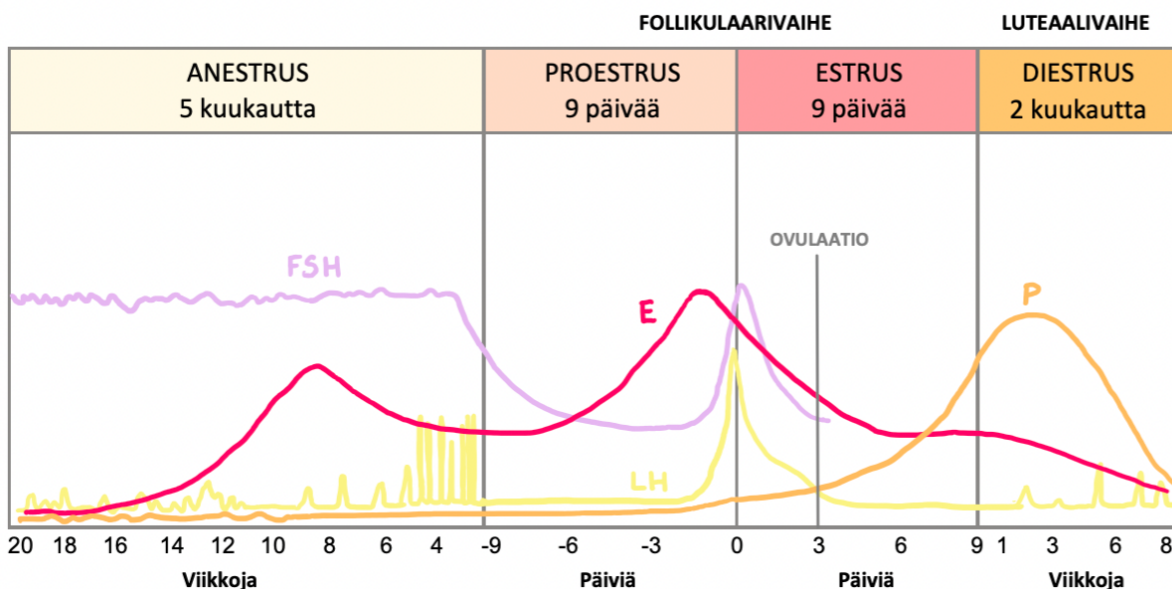
Tämän kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on lisätä tietoa kohdun toiminnasta ja sen mittareista sekä yhdistää tietoa erilaisista dystokian konservatiivisen hoidon menetelmistä. Tavoitteena on auttaa eläinlääkäreitä tunnistamaan ja ymmärtämään konservatiivisen hoidon mahdollisuuksia ja rohkaista hyödyntämään niitä kliinisessä työssä.

2. KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 KOIRAN KIIMAKIERTO JA TIINEYS

2.1.1 Koiran normaali kiimakierto ja hormonitoiminta

Koiran kiimakierto voidaan jakaa munasarjoissa esiintyvien rakenteiden mukaan follikulaari- eli munarakkulavaiheeseen ja luteaali- eli keltarauhasvaiheeseen (Senger 2012). Nämä vaiheet voidaan edelleen jakaa neljään kiimasykliin eli kiiman vaiheisiin, joita ovat esikiima (proestrus), kiima (estrus), jälkikiima (diestrus) ja kiimaton aika (anestrus) (Senger 2012). Kiimakierto, kiimasyklit ja niihin liittyvät keskeisimmät hormonit on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Hormonien suhteelliset pitoisuudet nartun veressä kiimakierron ja kiimasykliin eri vaiheissa. Kuva piirretty mukailien alkuperäistä (Senger 2012).

Follikulaarivaiheessa hallitseva hormoni on estrogeeni, joka on peräisin molemmissa munasarjoissa kasvavista follikkeleista (Senger 2012). Munasarjoissa kasvavien follikkeleiden seurauksena seerumin estrogeenitasot saavuttavat huippuarvonsa esikiima-vaiheessa (proestrus), jonka kesto on koiralla keskimäärin 9 päivää (Concannon 2011). Ulkoisina merkkeinä estrogeenitasojen noususta on nähtävissä esimerkiksi vulvan turvotusta (Concannon 2011) ja veristä vuotoa (Senger 2012). Estrogeenitasojen pitoisuuden nousu yhdessä matalien progesteronitasojen kanssa saavat aikaan gonadotropiineja vapauttavan hormonin (GnRH) erittymisen hypotalamuksesta (Senger 2012). Kiiman (estrus) alussa koholla olevat estrogeenitasot vaikuttavat nartun seksuaalisen

vastaanottavaisuuden lisääntymiseen (Senger 2012). Kiiman aikana tapahtuvat hormonaaliset muutokset eli nopea estrogeenitasojen lasku ja progesteronitasojen nousu saavat aikaan seisovaksi kiimaksi kutsutun vaiheen, jolloin narttu hyväksyy uroksen astumisen (Senger 2012). Kiiman keskimääräinen kesto on koiralla 9 päivää (Senger 2012).

Folikulaarivaiheen aikana follikkeleiden kasvua säädellään hypotalamuksen tuottaman GnRH:n sekä aivolisäkkeen etulohkon tuottamien gonadotropiiniin avulla (Senger 2012). Gonadotropiineja ovat follikkeleita stimuloiva hormoni (FSH), joka saa aikaan follikkeleiden kasvun munasarjoissa ja luteinisoiva hormoni (LH), joka puolestaan saa aikaan ovulaation ja stimuloi keltarauhasta erittämään progesteronia (Senger 2012).

Ovulaatio eli munasolujen irtoaminen munasarjoista tapahtuu LH-piikin seurauksena tyypillisesti kiiman alussa (Tsutsui ym. 2006). Munasolut ovuloituvat 48-60 tuntia LH-piikin jälkeen ja kypsyvät tämän jälkeen vielä 96-108 tuntia munanjohtimessa ennen kuin ovat hedelmöittymiskykyisiä (Concannon 2011). Kypsyneet munasolut säilyvät hedelmällisinä vähintään kahden vuorokauden ajan (Tsutsui ym. 2006). Uroskoiran siittiöiden elinikä on myös pitkä ja voi kestää jopa seitsemän päivää parittelun jälkeen (Tsutsui ym. 2006). Parittelu voi siis munasolujen ja siittiöiden hedelmällisyyden säilymisen suhteen olla hedelmällistä milloin tahansa 10-12 vuorokauden aikana (Tsutsui ym. 2006). Kohdunkaula alkaa kuitenkin sulkeutua 5 vuorokauden jälkeen LH-piikistä, mikä vaikuttaa heikentävästi parittelun hedelmällisyyteen myöhäisessä vaiheessa ovulaation jälkeen (Concannon 2011).

Ovulaation ajankohdan ennustaminen on tärkeää nartun astutuksen suunnittelun ja synnytyksen ajankohdan ennustamisen kannalta (Concannon 2011, Senger 2012). Ovulaation ajankohtaa voidaan ennustaa useammalla eri menetelmällä, kuten seuraamalla follikkeleiden kasvua ja kypsymistä ultraäänien avulla (Concannon 2011). Ovulaation ajankohtaa on kuitenkin vaikea arvioida ainoastaan follikkeleiden koon perusteella, sillä follikkeli voi ovuloitua missä vaiheessa tahansa, kun sen halkaisija on yli 5mm (Tsuchida ym. 2022). Käytännöllisempi vaihtoehto ovulaation ajankohdan ennustamiseksi on nartun veren progesteronitasojen seuranta ja niissä havaittava varhainen nousu (Hase ym. 2000). Hedelmällisyyden kannalta otollisin parittelujakso kestää 3–5 vuorokautta ovulaation jälkeen. Ovulaatioon viittavan progesteronipitoisuuden varhaisen nousun havaitsemisen jälkeen ovulaatio voidaan varmistaa mittaamalla progesteronitasot 1-2 vuorokauden kuluttua uudelleen, jolloin pitoisuuksien tulisi selkeästi ylittää ovulaatiotasoa (Hase ym. 2000).

Luteaalivaihe alkaa ovulaation jälkeen ja hallitsevana hormonina on keltarauhasesta peräisin oleva progesteroni, joka saavuttaa ovulaation jälkeen huippuarvonsa (Senger 2012). Luteaalivaiheen aikainen progesteronitasojen lasku on seurausta keltarauhasen rakenteellisesta ja toiminnallisesta surkastumisesta (Senger 2012). Kiiman jälkeistä aikaa kutsutaan jälkikiimaksi (diestrus) ja se kestää koiralla 50-80 päivän ajan (Concannon 2011).

Kiimaton aika (anestrus) alkaa, kun progesteroni on laskenut alle perustason (Concannon 2011). Kiimattoman ajan aikana munasarjoissa ei ole munarakkuloita eikä toimivia keltarauhasia (Senger 2012). Keskimääräinen kiimattoman ajan pituus koiralla on 18-20 viikkoa, mutta se voi kestää jopa yli 30 viikkoa (Concannon 2011).

2.1.2 Tiineyden pituus ja diagnosointi

Koiran tiineyden pituus on LH-piikistä määritettynä 65 ± 1 vuorokautta tai ovulaatiosta määritettynä 63 ± 1 vuorokautta (Smith 2012). Päivittäisellä tarkkailulla synnytysaika voitaisiin ennustaa 24 tunnin aikaikkunaan noin 80% tarkkuudella käyttämällä hyödyksi LH-piikkiä ja progesteronipitoisuuksien nousua (Arlt 2020). LH-piikki kestää kuitenkin vain noin yhden vuorokauden, joten sen määrittäminen tietylle päivälle on haastavaa (Hase ym. 2000). Tiineyden pituuden ja synnytysajan määrittämisessä auttaa kuitenkin tieto siitä, että LH-piikin huippuarvot esiintyvät keskimäärin 24-48 tuntia ennen ovulaatiota ja ovulaatio voidaan tyypillisesti määrittää vuorokauden tarkkuudella hyödyntämällä progesteronitasojen nousua (Hase ym. 2000).

Tiineyden kestoon vaikuttavat koiran rotu sekä pentueen koko (Eilts ym. 2005). Suurirotuisilla nartuilla, joilla pentujen lukumäärä on neljä tai alle, tiineyden kesto voi olla pidempi verrattuna niihin, joilla pentuja on viisi tai enemmän (Eilts ym. 2005). Iällä ei ole todettu olevan vaikutusta tiineyden kestoon (Eilts ym. 2005).

Koiran tiineyden etenemistä voidaan seurata ultraäänen avulla (Yeager ja Concannon 1990). Tiineyden ensimmäisen kolmanneksen aikana tapahtuu alkiorakkuloiden jakautuminen kohdunsarviin ja implantaatio eli alkioiden kiinnittyminen kohdun limakalvon pintaan (Senger 2012). Ultraäänen avulla voidaan havaita kohdun turvotusta implantaatiokohdissa, mutta tiineyden ensimmäisen kolmanneksen aikana tiineysdiagnoosin varmistaminen ultraäänen avulla on hankalaa (Verstegen-Onclin ja Verstegen 2008). Tiineys voidaan todeta ultraäänen avulla aikaisintaan 23

vuorokautta LH-piikin jälkeen, jolloin alkion sydämen syke on aikaisintaan havaittavissa (Yeager ja Concannon 1990). Sikiöiden lukumäärän määrittämiseksi paras aika ultraäänitutkimukselle on alkutai keskitiineyden aikana (Lenard ym. 2007). Ultraäänitutkimusta voidaan käyttää apuna myös tiineyden keston ja synnytyksen ajankohdan määrittämisessä, sillä tietyissä tiineyden vaiheissa on nähtävissä erilaisia sikiöiden kehitysvaiheita (England ym. 1990).

2.2 TIINEYDEN JA SYNNYTYKSEN TÄRKEIMMÄT HORMONIT

Tiineyden aikaiset hormonimuutokset pyrkivät varmistamaan kohdun toimivuuden tiineyden aikana (Verstegen-Onclin ja Verstegen 2008), mutta myös valmistamaan kohtua ja muuta elimistöä synnytykseen sekä synnytyksen jälkeiseen pentujen hoitoon (Arlt 2020).

2.2.1 Progesteroni ja prostaglandiini

Keltarauhasen tuottama progesteroni on välttämätön hormoni tiinehtyvyydelle ja tiineyden ylläpitämiselle (Hinderer ym. 2021). Progesteronin tehtävänä on mahdollistaa kohdun limakalvon (endometrium) erilaistuminen ja sen rauhasen limantuotanto, kohdun limakalvon eheyden ylläpitäminen sekä istukan kiinnittyminen (Verstegen-Onclin ja Verstegen 2008).

Tiineyden ensimmäisen ja toisen kolmanneksen aikana nartun veren progesteronitasot ovat samaa luokkaa kuin ei-tiineellä nartulla jälkikiiman aikana (Hinderer ym. 2021), sillä vaikka tiineen nartun keltarauhasen tuottaa enemmän progesteronia kuin ei-tiineen, tiineellä nartulla istukka hyödyntää progesteronia, minkä lisäksi sitä metaboloituu nopeasti (Verstegen-Onclin ja Verstegen 2008). Tiineyden viimeisellä kolmanneksella progesteronitasoissa on havaittavissa selkeä ero, tiineen nartun veren progesteronitasojen ollessa korkeammat kuin ei-tiineen nartun (Hinderer ym. 2021).

Prostaglandiini $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$) on kohdun limakalvon tuottama ja erittämä hormoni (Senger 2012). Nartun verenkierron prostaglandiinipitoisuudet nousevat tiineyden lopulla ja saavat aikaan keltarauhasen surkastumisen noin 36 tuntia ennen synnytystä (Arlt 2020). Tämän jälkeen tapahtuva progesteronipitoisuuden lasku ja sen seurauksena tapahtuva estrogeeni-progesteroni-suhteen muutos vaikuttavat merkittävästi synnytyksen käynnistymiseen (Arlt 2020). Progesteronitasojen laskun seurauksena voidaan synnytyksen ensimmäisen vaiheen odottaa käynnistyvän 24 tunnin kuluessa (Davidson ja Cain 2023). Toisaalta, progesteronitasojen lasku missä tahansa tiineyden vaiheessa tiineyden ylläpidon kannalta riittämättömälle tasolle yli 24 tunnin ajaksi saa aikaan tiineyden keskeytymisen (Concannon ja Hansel 1977).

Progesteronipitoisuuden nopea lasku ennen synnytystä aiheuttaa yleensä nartun kehon lämpötilan laskun vähintään yhden celsiusasteen verran normaalista lämpötilasta (Tamminen 2020). Kaikilla nartuilla lämpötilan laskua progesteronipitoisuuden laskun seurauksena ei kuitenkaan ole havaittu (Veronesi ym. 2002), joten se ei ole yksinään riittävän tarkka ja luotettava merkki synnytyksen

alkamisesta (De Cramer ja Nöthling 2018). Viimeisen tiineysviikon aikana nartun ruumiinlämmön mittaaminen kolme kertaa vuorokaudessa voi kuitenkin auttaa havaitsemaan ruumiinlämmön laskun, jonka jälkeen synnytyksen voidaan olettaa alkavan 8-24 tunnin kuluessa (Johnston 2001).

2.2.2 Oksitosiini

Oksitosiini on hypothalamuksen tuottama neuropeptidi (Lúcio ym. 2009), jota erittyy aivolisäkkeen takalohkosta (neurohypofyyysi) verenkiertoon vasteena erilaisiin ärsykkeisiin, kuten synnytykseen ja imetykseen (Gram ym. 2014). Oksitosiinin vaikutukset välittyvät oksitosiinireseptoreiden kautta, joiden määrä istukassa ja kohdussa on vakio alkion implantaatiosta tiineyden keskivaiheille (Gram ym. 2014). Oksitosiinireseptoreiden määrät nousevat kohdun kudoksissa kaikilla tutkituilla nisäkäslajeilla tiineyden lopussa (Blanks ja Thornton 2003, Gram ym. 2014). Oksitosiini vaikuttaa merkittävästi kohdun supistuksiin ja maidon erittymiseen (Zingg 1996).

Plasman oksitosiinipitoisuuden nousua on havaittu kaikilla tutkituilla, istukan omaavilla eläinlajeilla jossakin vaiheessa synnytystä (Blanks ja Thornton 2003). Monisikiöisillä lajeilla, kuten rotilla, oksitosiinin erityys synnytyksen yhteydessä on pulssimaista; oksitosiinitasot ovat korkealla sikiön syntymisen yhteydessä ja laskevat sikiöiden välissä (Higuchi ym. 1986). Myös koirilla on havaittu oksitosiinitasojen nousua normaalissa synnytyksessä pennun syntymisen hetkellä, mutta samankaltaisia konsentraatiomuutoksia on havaittu myös ilman pennun syntymää (Klarenbeek ym. 2007). Nartun plasman oksitosiinipitoisuuden nousua on havaittu myös pentujen imetykseen liittyen (Klarenbeek ym. 2007).

2.2.3 Prolaktiini

Prolaktiini on aivolisäkkeen etulohkosta erittyvä hormoni, joka stimuloi maidontuotantoa (Senger 2012). Prolaktiinikonsentraatiot nousevat tiineyden toisen puoliskon aikana ja ovat korkeimmillaan maidontuotannon (laktation) aikana (Arlt 2020). Prolaktiinitasot ovat noin 3 kertaa korkeammat viikkoa ennen synnytystä kuin vieroituksen jälkeen, minkä perusteella prolaktiinitasojen voidaan päätellä nousevan tiineyden loppuvaiheessa (Concannon ym. 1978).

2.2.4 Relaksiini

Relaksiini on koirilla istukasta peräisin oleva hormoni (Tsutsui ja Stewart 1991), jonka tehtävänä on pehmentää kohdunkaulan sidekudoksia ja edistää lantion ligamenttien löystymistä (Arlt 2020).

Relaksiinipitoisuus on mitattavissa nartun verestä implantaation jälkeen ja sen määrä lisääntyy istukan kehityksen edetessä (Tsutsui ja Stewart 1991). Relaksiinipitoisuus on korkeimmillaan 2-3 viikkoa ennen synnytystä, minkä jälkeen sen pitoisuus laskee huomattavasti ennen synnytystä (Steinetz ym. 1987)

2.2.5 Kortisoli

Kortisoli on lisämunuaiskuoren tuottama hormoni (Senger 2012). Sikiön aivolisäke-lisämunuaissaksi kypsyä tiineyden loppuvaiheilla ja sen erittämä kortisoli toimii yhtenä tärkeimmistä hormonaalisista tekijöistä synnytyksen käynnistymiselle (Arlt 2020). Kortisolin tiedetään olevan tärkeä tekijä energian muodostumisessa glukoosista sekä maidon muodostumisessa eli laktogeneesissä, mutta sen ei kuitenkaan uskota osallistuvan kohdun supistuksiin (Bergström ym. 2010). Normaalissa synnytyksessä kortisolitasojen on todettu olevan korkeammat synnytyksen aikana ja välittömästi synnytyksen jälkeen verrattuna kortisolitasoihin ennen synnytystä (Lúcio ym. 2021). Synnytyksen yhteydessä tapahtuva kortisolitasojen nousu osoittaa siis selkeän fysiologisen stressivasteen synnytyksen aikana (Lúcio ym. 2021).

2.3 NORMAALI SYNNYTYS

2.3.1 Synnytyksen käynnistyminen

Synnytys on monimutkainen fysiologisten tapahtumien sarja (Senger 2012), johon liittyy muutoksia nartun hormonitoiminnassa ja käytöksessä, hermoston toiminnassa sekä nartun ja sikiöiden välisessä vuorovaikutuksessa (Tamminen 2020).

Synnytyksen käynnistymiseksi tiineyttä ylläpitävien mekanismien tulee poistua (Taverne ja Noakes 2019). Kohdun lihaskerroksen supistuminen ja rentoutuminen ovat seurausta lihassolukalvoilla tapahtuvista syklisistä sähköisten varausten muutoksista (Maul ym. 2003). Lihaskerroksen solut ovat liittyneet toisiinsa konneksiiniproteiinin muodostuvien aukkoliitosten avulla (Maul ym. 2003). Tiineyden aikana näitä aukkoliitoksia sekä solujen välisiä yhteyksiä on vähän, minkä seurauksena sähkönsäilyvyys on heikentynyt ja sen seurauksena kohdun supistukset estyneet, mikä mahdollistaa tiineyden ylläpitämisen (Maul ym. 2003).

Ennen normaalia synnytystä tapahtuva nartun verenkierroksen prostaglandiinipitoisuuksien nousu ja progesteronipitoisuuksien lasku (Baan ym. 2008) saavat aikaan kohdun lihaskerroksen aktiivisuuden lisääntymisen (van der Weyden ym. 1989). Kohdun lihaskerroksen aukkoliitokset lisääntyvät, jolloin Ca^{2+} -ioneita virtaa lihassoluun saaden aikaan myofilamenttien aktivoitumisen ja sitä kautta kohdun supistumisen (Maul ym. 2003).

2.3.2 Avautumisvaihe

Synnytyksen ensimmäisen vaiheen eli avautumisvaiheen tarkoituksena on valmistella synnytyskanavaa ja sikiötä synnytystä varten (Tamminen 2020). Avautumisvaihe kestää narttukoiralla tyypillisesti 6-12 tuntia, mutta hermostuneilla nartuilla kesto voi olla jopa 36 tuntia (Davidson 2011, Tamminen 2020). Avautumisvaiheen aikana kohdussa esiintyy tiheydeltään ja voimakkuudeltaan lisääntyviä lihassupistuksia kohdunkaulan laajenemiseen liittyen (Davidson ja Cain 2023). Vatsalihakset eivät supistu, eli ulospäin näkyviä vatsaponnistuksia ei ole vielä nähtävissä (Davidson ja Cain 2023). Tyypillisesti havaittavia käytösmuutoksia ovat huonontunut ruokahalu, levottomuus, läähättäminen ja pakonomainen pesänrakennustarve (Tamminen 2020). Joillakin yksilöillä ensimmäinen vaihe voi kuitenkin mennä ohi ilman ulkoisia merkkejä (Pretzer 2008).

Emätinvuoto on synnytyksen ensimmäisen vaiheen aikana kirkasta ja vetistä (Davidson ja Cain 2023).

2.3.3 Työntövaihe

Synnytyksen toisen vaiheen eli työntövaiheen alussa kohdunkaula on täysin avautunut ja sen aikana vahvistuvien kohdun supistusten tavoitteena on kuljettaa sikiöt synnytyskanavan läpi (Tamminen 2020). Ensimmäinen sikiö syntyy yleensä yhden tunnin sisällä ponnistusten alkamisesta (Davidson ja Cain 2023). Työntövaiheen kesto on tyypillisesti 6 tuntia, mutta se voi kestää jopa 24 tuntia (Tamminen 2020). Työntövaiheen kesto on sitä pidempi, mitä enemmän on sikiöitä (Lezama-García ym. 2023). Työntövaiheen kestossa ei ole havaittu merkittävää eroa ensisynnyttäjän ja monta kertaa synnyttäneen nartun välillä (Lezama-García ym. 2023).

Työntövaiheen alussa kohdussa olevat sikiöt aiheuttavat painetta ja venytystä voimakkaasti hermotettuun kohdunkaulaan (Blanks ja Thornton 2003). Rotille tehdyssä tutkimuksessa on havaittu paineen seurauksena syntyvä ärsyke, joka saa aikaan hypotalamuksessa synkronisoidun sähköisen aktivaation (Summerlee 1981). Tämä aktivaatio saa aikaan oksitosiinin vapautumisen hypotalamuksesta (Summerlee 1981), minkä seurauksena plasman oksitosiinitasot kasvavat ja lisäävät kohdun lihaskerroksen supistuksien tiheyttä entisestään (Taverne ja Noakes 2019). Tapahtumaketjusta käytetään nimitystä Fergusonin refleksi (Taverne ja Noakes 2019). Ulospäin nähtävät vatsalihasten supistukset osallistuvat sikiön synnyttämiseen, mutta eivät ole riippuvaisia oksitosiinin vapautumisesta, vaan ovat hermostollinen vaste synnytyskanavaan työntyvän sikiön aiheuttamasta paineesta (Taverne ja Noakes 2019).

Ensimmäinen pentu syntyy yleensä siitä kohdunsarvesta, jossa on enemmän pentuja ja sen jälkeen 78,2%:ssa tapauksista toinen pentu syntyy vastakkaisesta kohdunsarvesta ja 21,8%:ssa tapauksista samasta kohdunsarvesta (van der Weyden ym. 1981). Kohdun supistukset tapahtuvat syntymässä olevan pennun takana, pakottaen sen kohdunkaulan kautta synnytyskanavaan (Johnston 2001). Normaalisissa synnytyksessä kohdun supistukset kestävät yleensä yli kahden minuutin ajan (Tamminen 2020). Pennun syntyessä ulompi sikiökalvo rikkoutuu, minkä seurauksena vulvasta voi valua kirkasta nestettä (Johnston 2001). Sisempi sikiökalvo on pennun ympärillä sen syntyessä ja yleensä narttu poistaa sen nuolemalla pentua, samalla stimuloiden pennun verenkiertoa ja hengityselimistöä (Johnston 2001).

Normaalissa synnytyksessä pentujen synnytysväli voi vaihdella viidestä minuutista kahteen tuntiin (Romagnoli ym. 2004). Narttu voi imettää vastasyntyneitä pentuja synnytysten välillä (Davidson ja Cain 2023). Pentujen syntymän välillä esiintyvä emätinvuoto voi olla kirkasta, seroosia tai veristä (Davidson ja Cain 2023). Vuoto voi olla myös vihreää irronneista istukoista vapautuneen uteroverdiinin seurauksena (Runcan ja Coutinho da Silva 2018)

2.3.4 Jälkeisvaihe

Jälkeisvaiheen aikana syntyvät loput sikiökalvot ja istukat (Tamminen 2020). Suurin osa sikiökalvoista ja istukoista syntyy pennun syntymisen yhteydessä tai 5-15 minuuttia pennun syntymisen jälkeen (Tamminen 2020).

2.4 KOHDUN TOIMINNAN MITTARIT

Koiran kohtu koostuu kahdesta kohdunsarvesta, jotka yhdistyvät kohdun runko-osassa ennen kohdunkaulaa (Senger 2012). Kohdun seinämässä on kolme eri kerrosta: uloimpana rakenteena on kohdun päällyskalvo (perimetrium), jonka alla on kohdun lihaskerros (myometrium), joka koostuu ulommasta pitkittäisestä lihaskerroksesta ja sisemmästä poikittaisesta lihaskerroksesta (Senger 2012). Kohdun sisin kerros (endometrium) koostuu limakalvonalaiskudoksesta (submukoosa) ja limakalvosta (mukoosa) (Senger 2012). Kohdun tehtävänä on tuottaa sikiöille ravintoaineita, poistaa kuona-aineita, suojata sikiötä tiineyden aikana, viestiä lisääntymiselimistön muille osille tiineyden tilasta ja lopulta kuljettaa sikiöt ulos nartun kehosta synnytyksen aikana (Sjaastad 2016).

Kohdun toimintaa voidaan arvioida erilaisten metabolisten ja fyysisten mittareiden avulla (Lezama-García ym. 2023). Metabolisten mittareiden eli nartun verestä mitattavien arvojen avulla voidaan mitata kohdun supistumiseen liittyvien kalsiumin, glukoosin ja laktaatin pitoisuuksia (Lezama-García ym. 2023). Metabolisten mittareiden osalta kriittisimpiä muutoksia on havaittu isokokoisilla, ensi kertaa synnyttävillä nartuilla (Lezama-García ym. 2023). Fyysisillä mittareilla voidaan mitata nartun kohdun supistusten voimakkuutta, tiheyttä ja kestoa (Lezama-García ym. 2023). Ensimmäistä kertaa synnyttävillä nartuilla on havaittu voimakkaampia, tiheämpiä ja kestoaltaan pidempiä kohdun supistuksia kuin useamman kerran synnyttäneillä nartuilla (Lezama-García ym. 2023).

2.4.1 Metaboliset mittarit

2.4.1.1 Kalsium

Kalsiumilla on merkittävä rooli kohdun supistuksissa, sillä kalsiumionit saavat aikaan kohdun lihaskerroksen myofilamenttien aktivoitumisen ja sitä kautta kohdun supistumisen (Maul ym. 2003). Frehner ym. (2018) havaitsivat nartun veren korkean ionisoidun kalsiumin pitoisuuden olevan yhteydessä voimakkaampiin ja pidempiin supistuksiin. Hypokalsemiaa eli veren alhaista kalsiumpitoisuutta havaittiin 40 %:lla nartuista synnytysvaikeuksien yhteydessä. Tutkimuksessa havaittiin pienemmillä nartuilla (4-8kg) matalampia ionisoituneen kalsiumin arvoja kuin isommilla nartuilla, mikä saattaa viitata myös suurempaan riskiin synnytysvaikeuksille. Saman havainnon tekivät myös Lezama-García ym. (2023), minkä lisäksi he havaitsivat ionisoidun kalsiumin määrän olevan merkittävästi korkeampia ensikertaa synnyttävillä nartuilla kuin jo useamman kerran synnyttäneillä.

2.4.1.2 Glukoosi

Kohtulihas tarvitsee glukoosia energianlähteeksi, mahdollistamaan lihaskerroksen supistumisen (Sjaastad 2016). Nartun verenkierrosta saatu glukoosi on myös sikiön ensisijainen energianlähde (Senger 2012). Hyperglykemia eli veren korkea glukoosipitoisuus on tiineellä nartulla yleisempää kuin hypoglykemia eli veren matala glukoosipitoisuus (Boag ja King 2018). Syynä tähän on tiineyden aikana verenkierrossa esiintyvä korkea progesteroni, jolla on antagonistinen eli estävä vaikutus insuliinin sitoutumiseen (Boag ja King 2018). Progesteroni myös stimuloi kasvuhormonin vapautumista, mikä edelleen säätelee insuliinireseptoreita ja estää glukoosin kuljetusta (Boag ja King 2018).

Normaalin synnytyksen yhteydessä on havaittu korkeampia veren glukoosipitoisuuksia kooltaan suurilla koirilla (32.1–39.6 kg) kuin tätä pienemmillä koirilla (Lezama-García ym. 2023). Korkeampia veren glukoosipitoisuuksia on havaittu normaalin synnytyksen yhteydessä myös silloin, kuin kyseessä on useamman kerran synnyttäneitä narttuja verrattuna ensi kertaa synnyttäviin narttuihin (Lezama-García ym. 2023).

Hypoglykemia on harvinainen löydös synnytysvaikeuksien yhteydessä (Frehner ym. 2018). Frehner ym. (2018) eivät havainneet synnytysvaikeuksien yhteydessä narttukoiran painolla tai pentueen koolla olevan vaikutusta veren glukoosipitoisuuksiin.

2.4.1.3 Laktaatti

Laktaattia muodostuu, kun solut tuottavat glukoosista energiaa hapettomissa olosuhteissa (Sjaastad 2016). Frehner ym. (2018) havaitsivat nartun veren laktaattipitoisuuksien nousua voimakkaiden ja pitkien supistusten yhteydessä. Ensimmäistä kertaa synnyttävillä nartuilla on havaittu korkeampia veren laktaattipitoisuuksia kuin useamman kerran synnyttävillä nartuilla, mihin syynä pidetään ensimmäistä kertaa synnyttävien narttujen kestoltaan pidempää työntövaihetta verrattuna useamman kerran synnyttäneisiin (Lezama-García ym. 2023).

Kohdun supistukset synnytyksen yhteydessä aiheuttavat istukan verenkierron heikkenemistä (Bakker ym. 2007), mikä voi aiheuttaa pennuille hyperlaktatemiaa eli veren kohonneita laktaattipitoisuuksia (Plavec ym. 2022). Plavec ym. (2022) havaitsivat korkeampia laktaattipitoisuuksia ilman leikkausta syntyneiden pentujen verenkierrossa kuin keisarinleikattujen

pentujen verenkierrassa. Syntymisjärjestyksellä työntövaiheen aikana ei kuitenkaan havaittu olevan vaikutusta pentujen elimistön laktaattipitoisuuksiin (Plavec ym. 2022). Sikiöiden ja vastasyntyneiden laktaattipitoisuuksia voidaan yhdessä muiden arvioitavien parametrien kanssa käyttää vastasyntyneen elinvoimaisuuden arviointiin (Plavec ym. 2022). Jatkotutkimuksia vaaditaan sen selvittämiseksi, voidaanko näitä parametreja käyttää hyödyksi myös vastasyntyneen eloonjäämisen ennustamiseen ensimmäisen elinviikon aikana (Plavec ym. 2022).

2.4.2 Fyysiset mittarit

Nartun tiineyden ja synnytyksen seurannassa on käytössä laitteistoja, jotka ovat vastaavia kuin ihmisillä synnytyksen seurantaan rutiininomaisesti käytettävät laitteistot (Davidson 2001). Yhdysvalloissa laitteistoja vuokrataan kasvattajille nartun synnytyksen seurantaan kotioloissa (Groppetti ym. 2010).

Perinteinen ultraäänitutkimus on tehokas ja turvallinen menetelmä pennun kehityksen ja elinkyvyn seurantaan (Giannico ym. 2015). Doppler-ultraäänitutkimuksen avulla saadaan lisätietoa sikiön verenkierrosta (Giannico ym. 2015). Muutokset napavaltimon verenkierrossa voivat auttaa ennustamaan synnytysaikaa ja antaa tietoa mahdollisesta sikiön kokemasta stressitilasta, mutta näiden tietojen hyödyntäminen vaatii lisätutkimuksia (Giannico ym. 2015).

Kardiotokografian avulla voidaan seurata kohdun supistuksia ja sikiöiden sykkeitä ennen synnytystä ja synnytyksen aikana (Tamminen 2020). Kardiotokografian anturi asetetaan joustavan vyön avulla nartun kylkeen kylkikaaren taakse (Tamminen 2020). Kardiotokografista on hyötyä supistusten seurannassa erityisesti synnytyksen avautumisvaiheen aikana, jolloin supistukset eivät ole ulkoisesti nähtävissä (Tamminen 2020). Jos narttu tuodaan eläinlääkäriin synnytysvaikeuksien takia, voidaan kardiotokografian avulla arvioida, onko synnytys alkanut ja varmistaa kohdun supistumiskyky (Tamminen 2020).

Pentujen sykkeitä on helpointa arvioida kardiotokografian avulla silloin, kun pentuja on 4 tai vähemmän (Tamminen 2020). On kuitenkin huomioitava, että laite on alun perin kehitetty ihmisille, joten koiranpennun pienempi koko ja sydämen nopeampi syke luo omat haasteensa kardiotokografian hyödyntämiselle (Tamminen 2020). Virheellisiä mittaustuloksia saadaan, jos

anturi havaitsee nartun sykkeen sikiön sykkeen sijaan, anturi on väärässä asennossa, narttu liikehtii levottomasti tai nartulla on ylipainoa (Tamminen 2020).

2.5 DYSTOKIA ELI SYNNYTYSVAIKEUS

2.5.1 Dystokian määritelmä

Dystokia tulee kreikan sanoista ”dys”, mikä tarkoittaa ”vaikeaa, kivuliasta tai epänormaalia” ja ”tokos”, mikä tarkoittaa ”syntymää (Pretzer 2008). Dystokia tarkoittaa siis vaikeaa synnytystä, mutta sillä voidaan tarkoittaa myös kyvyttömyyttä synnyttää pentuja synnytyskanavan kautta (Tamminen 2020).

Dystokiaa esiintyy noin viidessä prosentissa kaikista koiran synnytyksistä (Pretzer 2008). Dystokia on yleisempää kääpiökokoisilla ja pienillä koiraroduilla kuin isoilla koiraroduilla (Münnich ja Küchenmeister 2009), mutta sitä on todettu myös jättikokoisilla koiraroduilla (Bergström ym. 2006b). Yleisimpinä rotuina on mainittu chihuahua, staffordshirenbulldog, mopsi ja jackrusselinterrieri (O’Neill ym. 2017). Dystokian merkkejä havaitaan hieman yleisemmin ennen ensimmäisen pennun syntymistä, mutta niitä voidaan havaita myös ensimmäisen tai useamman pennun syntymän jälkeen (Münnich ja Küchenmeister 2009).

Ennen synnytyksen käynnistymistä on syytä epäillä dystokiaa ja emä tutkia tarkemmin, jos synnytys ei käynnisty odotetusti emän ruumiinlämmön laskun tai ovulaation perusteella määritellyn lasketun ajan perusteella (Pretzer 2008). Dystokiaa voidaan epäillä ennen ensimmäisen pennun syntymää myös, mikäli nartun ruumiinlämpö nousee odotettua aikaisemmin synnytystä edeltävän laskun jälkeen normaalille tasolle (Veronesi ym. 2002). Yleensä, normaalisti sujuvassa synnytyksessä, tämä ruumiinlämmön nousu tapahtuu 12 tuntia synnytyksen käynnistymisen jälkeen (Veronesi ym. 2002). Normaalisti avautumisvaiheeseen edenneessä synnytyksessä dystokian merkkinä voidaan pitää vihreää emätinvuotoa ennen ensimmäisen pennun syntymää (Pretzer 2008), sillä vihreä emätinvuoto on merkki istukan irtoamisesta (Jutkowitz 2005). Ponnistusvaiheeseen edenneessä synnytyksessä dystokiaan viittaavat ensimmäisen pennun syntymän viivästyminen yli neljään tuntiin ponnistusvaiheen alkamisesta sekä voimakkaat, yli 30 minuuttia kestävät supistukset ilman pennun syntymää (Pretzer 2008). Ensimmäisen pennun synnyttyä dystokiaan viittaa peräkkäisten pentujen syntymisvälin pidentyminen yli kahteen tuntiin (Pretzer 2008). Lisäksi nartun kipeä tai ahdistunut olotila voi olla merkki dystokiasta (Pretzer 2008).

Dystokian syyt voidaan jakaa emästä johtuviin (maternaalisiin) ja sikiöstä johtuviin (fetaalisiin) tekijöihin (Darvelid ja Linde-Forsberg 1994). Maternaaliset tekijät ovat yleisempiä dystokian aiheuttajia koirilla kuin fetaaliset (Darvelid ja Linde-Forsberg 1994) (Münnich ja Küchenmeister 2009). Darvelid ja Linde-Forsberg (1994) tutkivat 182 nartun synnytysvaikeuksia, joista 73,5 % johtuivat maternaalisista tekijöistä. Synnytyksen työntövaiheen keston pidentyessä pennut kärsivät helposti hypoksiasta eli hapenpuutteesta, minkä seurauksena myös kuolleena syntyneiden pentujen määrä lisääntyy (Münnich ja Küchenmeister 2009). Dystokian syyn selvittäminen on siis tärkeää, jotta voidaan valita oikeanlainen hoito emän ja sikiöiden turvallisuuden kannalta (Pretzer 2008).

2.5.2 Maternaaliset tekijät

Maternaalisia eli emästä johtuvia tekijöitä, jotka vaikuttavat elävien jälkeläisten synnyttämisen onnistumiseen, ovat kohdun supistumiskyky, emän lantionontelon rakenne ja koko, kohdunkaulan riittävä avautuminen sekä synnytyksen kesto (Tamminen 2020). Maternaalisista dystokian syistä yleisimpiä ovat primaarinen ja sekundaarinen polttoheikkous (uterine inertia) (72 %), joista primaari, täydellinen polttoheikkous kaikista yleisin (68%) (Darvelid ja Linde-Forsberg 1994).

Polttoheikkoudella tarkoitetaan epänormaalin tehottomia kohdun supistuksia (Faber ja Mussey 1939). Se on dystokian maternaalinen tekijä, joka voidaan luokitella edelleen primaariksi tai sekundaariseksi (Darvelid ja Linde-Forsberg 1994). Luokittelu perustuu kohdun lihaskerroksen aktiivisuuteen, jota on kuitenkin vaikeaa arvioida ilman fyysisillä mittareilla suoritettavaa, jo ennen synnytyksen ensimmäistä vaihetta alkavaa kohdun seuranta (Davidson 2011). Tämän takia kohdun primaariselle ja sekundaariselle inertialle on olemassa useita määritelmiä (Davidson 2011).

Primaari polttoheikkous voi olla täydellinen tai osittainen (Darvelid ja Linde-Forsberg 1994). Primaaria, täydellistä polttoheikkoutta tulee epäillä tiineyksissä, jotka ovat ylittäneet odotetun pituuden ja joissa ei havaita merkkejä synnytyksen työntövaiheen käynnistymisestä (Darvelid ja Linde-Forsberg 1994). Primaarissa, osittaisessa polttoheikkoudessa on kyse tilanteesta, jossa kohdun supistukset ovat käynnistyneet ja synnytyskanava on auki, mutta supistukset ovat liian heikkoja tai lakkaavat kokonaan ennen kaikkien pentujen syntymää (Darvelid ja Linde-Forsberg 1994). Sekundaarinen polttoheikkous on seurausta kohdun lihaskerroksen uupumisesta, jonka taustalla on synnytyskanavan tukkeutuminen (Darvelid ja Linde-Forsberg 1994). Synnytyskanavan

tukkeutumisen syynä voi olla emättimen ahtaumat, aiempi lantion alueen trauma tai synnytyskanavassa sijaitseva massa (Couto ja Nelson 2020).

Primaarin kohdun polttoheikkouden syyt on yhdistetty pieniin pentueisiin ja sitä kautta riittämättömään kohdun stimulaatioon (Pretzer 2008), mutta myös suuret pentueet voivat aiheuttaa kohdun supistusten tehottomuutta kohdun lihaskerroksen liiallisen venymisen myötä (Tamminen 2020). Ympäristön aiheuttamat stressitekijät voivat vaikuttaa primaarin polttoheikkouden kehittymiseen vähentämällä tai jopa estämällä kokonaan kohdun toimintaa synnytyksen aikana (van der Weyden ym. 1981). Monet nartut voivatkin viivyttaa synnytystä, kunnes ovat rauhallisessa ja tutussa ympäristössä (Pretzer 2008). Monisikiöisille lajeille, kuten hiirille, rotille ja sioille tehdyissä tutkimuksissa ympäristöstä johtuvien stressitekijöiden on todettu vaikuttavan oksitosiinin erittymiseen ja sitä kautta synnytyksen toisen vaiheen käynnistymiseen (Klarenbeek ym. 2007).

2.5.3 Fetaaliset tekijät

Fetaalisista eli sikiöistä johtuvista tekijöistä yleisimmin dystokiaa aiheuttaa sikiön virheasento (Pretzer 2008). Tiineyden aikana sikiö on kohdussa kaikki raajat koukussa ja ne oikenevat synnytyksen aikana sikiön liikehdinnän ja kohdun lihaskerroksen supistusten seurauksena (Pyörälä 2003). Sikiö voi syntyä pää ja etujalat ojentuneina synnytysteihin (etutila) tai molemmat takajalat ojentuneina synnytysteihin (takatila) (Runcan ja Coutinho da Silva 2018). Etujalkojen asennot eivät kuitenkaan vaikuta normaalikokoisen sikiön syntymään, kun taas häntätarjonnalla, jossa takajalat ovat jääneet sikiön alle, voi olla estävä vaikutus syntymiselle (Pyörälä 2003). Dystokiaa voi aiheuttaa myös sikiön pään taipuminen sivulle tai alas (Pyörälä 2003). Muita fetaalisia tekijöitä dystokian kehittymiselle ovat sikiöiden suuri koko, lukumäärä, rakenne ja elinvoimaisuus (Tamminen 2020). Epäsuhde sikiön ja nartun lantion mittojen välillä, esimerkiksi sikiön suuri pää verrattuna nartun kapeaan lantioon, voi aiheuttaa synnytysvaikeuksia (Pyörälä 2003). Tätä esiintyy erityisesti brakykefaalisilla roduilla (Pretzer 2008).

2.5.4 Synnyttävän nartun arviointi

Kun epäillään dystokiaa, on syytä toimia nopeasti ja arvioida nartun tilanne perusteellisesti (Runcan ja Coutinho da Silva 2018). Nopea toiminta on tärkeää, sillä pentujen eloonjäämisprosentti on

huomattavasti korkeampi, kun synnytysongelmat havaitaan ja synnytysapu aloitetaan 6 tunnin sisällä synnytyksen toisen vaiheen käynnistymisestä (Münnich ja Küchenmeister 2009).

Synnyttävän nartun tilannetta arvioidessa on otettava huomioon tiineyden kesto, ovulaation ajankohta, mahdolliset aikaisemmat synnytykset sekä mahdolliset sairaudet (Runcan ja Coutinho da Silva 2018). Kokonaisvaltaisessa yleistutkimuksessa tulee tutkia huolellisesti emätin, mahdollisesti näkyvillä oleva sikiö, sikiökalvot sekä emättimen mahdolliset ahtaumakohtat (Runcan ja Coutinho da Silva 2018). Vulva tulee tutkia mahdollisten vuotojen varalta, sillä vihertävä vuoto on merkki istukan irtoamisesta (Jutkowitz 2005). Nartun vastetta emättimen dorsaalisen seinämän kosketukseen voidaan kokeilla; normaalitilanteessa tämä stimuloi refleksisupistuksia (Jutkowitz 2005). Kohdunkaula sijaitsee koiralla niin pitkällä, että sitä on mahdotonta tuntea, ellei kyseessä ole hyvin pieni rotu, joten kohdunkaulan laajenemista on vaikea arvioida (Runcan ja Coutinho da Silva 2018). Toisaalta taas hyvin pienikokoisilla koirilla synnytyskanavan tutkiminen voi olla haastavaa niiden pienen koon takia (Pretzer 2008).

Synnyttävältä nartulta tulisi mahdollisuuksien mukaan tutkia myös verinäytteet, erityisesti glukoosi (Smith 2012) ja ionisoitu kalsium (Frehner ym. 2018). Nartun kohdun supistuksia voidaan arvioida kardiokografian avulla, mutta on huomioitava, että sen avulla ei voida erottaa onko synnytys vielä käynnistynyt vai onko kyseessä täydellinen kohdun polttoheikkous (Tamminen 2020)

2.5.5 Pentujen tilan arviointi

Sikiöiden elinvoimaisuutta, epämuodostumia, stressiä, istukan eheyttä ja dystokian hoidon tarpeellisuutta on mahdollista arvioida ultraäänen avulla (Pretzer 2008). Sikiön normaali syke on yli 220 lyöntiä minuutissa (Zone ja Wanke 2001). Sikiön alentunut syke viittaa vakavaan stressitilaan (Zone ja Wanke 2001), mikä on varhainen merkki alkavasta hypoksiasta eli hapenpuutteesta (Monheit ym. 1988). Sikiön sykkeen lasku voi kuitenkin olla väliaikainen seuraus samaan aikaan tapahtuvasta kohdun supistumisesta (Smith 2012). Tämän takia sikiötä, jolla on alhainen syke, tulee tarkkailla 30-60 sekunnin ajan tai arvioida uudelleen 1-2 minuuttia myöhemmin (Traas 2008). Alentuneen sykkeen lisäksi sikiön vakavasta stressitilasta kertoo sen suoliston liikkeen lisääntyminen (Zone ja Wanke 2001).

Röntgenkuvauksen avulla voidaan arvioida sikiöiden lukumäärää ja kokoa (Couto ja Nelson 2020). Röntgenkuvauksella voidaan havaita esimerkiksi sikiön suuri kallon koko, mikä voi aiheuttaa vaikeuksia synnytyksen etenemisessä (Johnston 2001). Lisäksi röntgenkuvauksen avulla voidaan saada tietoa nartun lantion rakenteesta ja yleisestä vatsaontelon tilasta (Jutkowitz 2005). Röntgenkuvasta voidaan nähdä myös sikiön kuolemaan viittaavia löydöksiä, luotettavimpana kaasun sijainti verisuonissa tai ruumiinonteloissa (Farrow 1978) (Pyörälä 2003). Toinen mahdollinen merkki sikiön kuolemasta on kallon luiden päällekkäisyys, jolloin on kuitenkin huomioitava kallon mahdollinen muodonmuutos sen kulkiessa synnytyskanavan läpi (Farrow 1978).

2.5.6 Dystokian hoitovaihtoehdot

Dystokian hoitovaihtoehtoja ovat konservatiivinen hoito eli manuaalinen synnytysapu ja lääkkeellinen hoito tai keisarinleikkaus eli sektio (Smith 2012). Synnyttävän nartun ja pentujen tilan arvioinnin jälkeen on laadittava hoitosuunnitelma, jossa otetaan huomioon nartun ja pentujen voinnin lisäksi omistajan mielipide (Pyörälä 2003). Omistajan kanssa on keskusteltava nartun ja pentujen selviytymisennusteista sekä taloudellisista kustannuksista (Smith 2012). Omistajalle on kerrottava, että pentujen kuolleisuus lisääntyy synnytyksen työntövaiheen pidentyessä eikä sektiota voida pitää viimeisenä vaihtoehtona dystokian hoidossa (Smith 2012). Indikaatiot manuaaliselle ja lääkkeelliselle dystokian hoidolle on esitetty edempänä.

Sektion tarpeellisuus määritellään jokaisen nartun kohdalla erikseen (Pyörälä 2003). Sikiön sykkeen hidastuminen alle 150 lyöntiin minuutissa on yksi tyypillisimmistä hätäsektiota vaativista löydöksistä (Smith 2012). Toinen yleinen syy sektiolle on manuaalisen tai lääkkeellisen hoidon huono vaste tai epäonnistuminen (Smith 2012). Muita indikaatioita sektiolle ovat sikiön suuri koko, epämuodostumat tai virheasennot jota ei saada korjattua (Pyörälä 2003). Epäily kohdun repeämisestä tai kohdun torsiosta ovat myös indikaatioita sektiolle (Smith 2012). Sektio voi olla indikoitua ja turvallisempi vaihtoehto nartulle ja pennuille verrattuna konservatiiviseen hoitoon myös silloin, jos kohdussa on jäljellä enemmän kuin 5 pentua (Johnston 2001), sillä narttu ja kohtu voivat olla väsyneitä (Smith 2012).

2.6 DYSTOKIAN KONSERVATIIVINEN HOITO

2.6.1 Manuaalinen synnytysapu

Manuaalista synnytysapua voidaan yrittää, jos sikiö on oikeassa asennossa eikä ole liian iso emän rakenteisiin nähden (Runcan ja Coutinho da Silva 2018). Myös sikiön virheasennon tai väärän tarjonnan korjaaminen voi olla mahdollista oikeanlaisen tekniikan avulla (Smith 2012).

Manuaalinen synnytysapu aloitetaan pesemällä nartun peräpää (Runcan ja Coutinho da Silva 2018). Synnytysavussa käytetään vesipohjaista liukastetta, jota voidaan tarvittaessa lisätä pennun ympärille kanyyliin tai katetrin ja ruiskun avulla (Runcan ja Coutinho da Silva 2018). Pennusta voidaan ottaa sormilla kiinni pään ja kaulan ympäriltä, lantion ympäriltä tai takaraajoista (Jutkowitz 2005) ja apuna voidaan käyttää esimerkiksi sideharsoa (Smith 2012). Pennun vetäminen tulee tapahtua alaspäin, kohti nartun kintereitä (Runcan ja Coutinho da Silva 2018) ja pennun mahtumista ulos synnytyskanavasta voidaan auttaa pennun akselin kääntämisellä, sikiön nostamisella ja sivuttaisella liikkeellä (Smith 2012). Äärimmäisessä hätätilanteessa apuna voidaan käyttää myös instrumentteja, mutta silloin on oltava erityisen huolellinen, jotta ei aiheuteta pehmytkudosvaurioita kohtuun ja emättimeen tai vaurioiteta pennun leukaa tai kalloa (Smith 2012). Mikäli pentuun on vaikea yltää, voidaan kokeilla pyyhkeen avulla aiheuttaa painetta nartun vatsaontelon takaosaan, jolloin pentu mahdollisesti työntyy synnytyskanavassa sormien ulottuville (Smith 2012). Ensimmäisen pennun onnistunut synnytys johtaa usein synnytyskanavan laajenemiseen ja sitä kautta jäljellä olevien pentujen onnistuneeseen syntymiseen (Runcan ja Coutinho da Silva 2018).

Mikäli yksi pentu ei mahdu syntymään synnytyskanavan kaudaalisesta osasta eli vaginasta, ja manuaalisen synnytysavun antaminen on haastavaa vulvan ahtauden takia, voidaan harkita episiotomiaa (Smith 2012). Episiotomia on yksinkertainen kirurginen toimenpide, jota käytetään vulvan laajentamiseen manuaalisen synnytysavun helpottamiseksi (Hardie 1984). Toimenpide kannattaa suorittaa paikallispuudutuksessa tai epiduraalipuudutuksessa, sillä nartun olisi hyvä olla seisoma-asennossa (Smith 2012). Myös yleisanestesia on vaihtoehto, riippuen nartun voinnista (Hardie 1984). Virtsaputki paikannetaan ja suojataan (Smith 2012). Viilto tehdään aloittaen vulvan dorsaaliosasta kohti peräaukkoa niin pitkälle, että vagina saadaan täysin näkyville (Hardie 1984). Peräaukon ympärillä olevia rakenteita tulee varoa (Hardie 1984). Viilto suljetaan kolmessa kerroksessa (Duprey ym. 2019).

2.6.2 Lääkkeellinen hoito

Lääkkeellinen hoito on indikoitua dystokian hoidossa, jos narttu on hyvässä kunnossa, kohdunkaula on laajentunut, sikiön mahtuminen ulos synnytyskanavasta on mahdollista, eikä ultraäänitutkimuksessa havaita merkkejä sikiön stressitilasta (Pretzer 2008). Lisäksi täytyy olla varma siitä, ettei synnytyskanavassa ole tukosta (Runcan ja Coutinho da Silva 2018) eikä kohtu ole revennyt tai torsioitunut (Smith 2012). Lääkkeellinen hoito on ehdottoman kontraindikoitua, mikäli kyseessä on obstruktiivinen dystokia eli synnytyskanava on tukkeutunut, sillä vaarana on kohdun repeäminen (Runcan ja Coutinho da Silva 2018). Lääkkeellinen hoito voi olla kontraindikoitua myös silloin, jos syntymättömiä pentuja on viisi tai enemmän (Johnston 2001), koska sekä kohtu että narttu voivat olla väsyneitä (Pretzer 2008).

Darvelid ja Linde-Forsberg (1994) totesivat, että 30% dystokiaa sairastavista nartuista pystyttiin hoitamaan oksitosiinilla tai kalsiumilla ja oksitosiinilla. Toisessa tutkimuksessa vastaava luku oli 25% (Linde Forsberg ja Persson 2007). Lääkkeellisen hoidon, erityisesti oksitosiinin, vaste riippuu useista tekijöistä, kuten esimerkiksi stressistä tai reseptoriaktiivisuudesta (Münnich ja Küchenmeister 2009). Nartun stressiä voidaan lieventää esimerkiksi ulkoilun avulla (Pyörälä 2003) ja näin voidaan pyrkiä tehostamaan kohdun toimintaa (van der Weyden ym. 1981).

2.6.3 Kalsium

Kalsiumioneita vaaditaan kohdun supistuksiin (Maul ym. 2003), joten suonensisäistä kalsiuminfuusiota on perinteisesti käytetty koiran polttoheikkouden hoidossa (Davidson 2001). Kalsiumia käytetään synnytysvaikeuksien hoidossa yleensä yhdessä oksitosiinin kanssa tai silloin, kun tiedetään nartun veren kokonais- tai ionisoituneen kalsiumin pitoisuuden olevan matala (Smith 2012).

Synnytysvaikeuksien hoito aloitetaan yleensä kalsiumglukonaatin annostelulla suonensisäisesti (Pyörälä 2003). Kalsiumia annostellaan suonensisäisesti 0,2 ml/kg hitaasti 10 minuutin kuluessa (Smith 2012). Kaupallisesti on saatavilla useita erilaisia kalsiumsuoloja, joista yleisimmin käytetty on 10% kalsiumglukonaatti (Pretzer 2008). Kalsiumglukonaatin suonensisäinen annostelu voi aiheuttaa sydämen rytmihäiriöitä, minkä takia tarpeeksi hidas annostelu ja nartun sydämen sykkeen kuuntelu on tärkeää (Pretzer 2008). Mikäli nartun käytös muuttuu levottomaksi, esiintyy sydämen

rytmihäiriöitä tai narttu alkaa näyttää pahoinvoinnin tai oksentamisen merkkejä, tulee injektio keskeyttää (Johnston 2001, Pyörälä 2003).

Ihmisillä tiedetään oksitosiinin lisäävän kalsiumin virtausta kohdun lihaskerroksen soluihin in vitro (Rezapour ym. 1996). Bergström ym. (2006a) totesivat, että kohdun polttoheikkouksien esiintyessä pentujen syntyvyys tehostui, kun nartulle annettiin oksitosiinia vasta kalsiumin jälkeen.

2.6.4 Oksitosiini

Oksitosiini lisää kohdun lihaskerroksen supistusten tiheyttä, joten lääkkeellisellä oksitosiinilla voidaan pyrkiä lisäämään kohdun supistuksia, kun epäillään harventunutta supistustiheyttä synnytyksen vaiheeseen suhteutettuna ja kun sikiön syke on normaali (Davidson 2001). Nartun verenkierron oksitosiinipitoisuudet vaihtelevat pulssimaisesti synnytyksen aikana, joten verenkierron oksitosiinipitoisuuksien mittaaminen on epäkäytännöllistä (Hollinshead ym. 2010). Tämän takia viitearvoja koiran synnytyksen aikaisille oksitosiinipitoisuuksille ei ole määritelty (Hollinshead ym. 2010). Primaarisen kohdun polttoheikkouden onnistuneet hoidot oksitosiinilla osoittavat kuitenkin puutteellisen oksitosiinipitoisuuden tai epänormaalin oksitosiinireseptoreiden toiminnan mahdollisen roolin kohdun primaarisen polttoheikkouden patogeenisissä (Hollinshead ym. 2010). Bergström ym. (2006a) totesivat tutkimuksessaan jopa 3 kertaa matalampia nartun plasman oksitosiinikonsentraatioita primaarin polttoheikkouden yhteydessä verrattuna normaalisti synnyttävien narttujen vastaaviin pitoisuuksiin.

Synteettistä oksitosiinia annostellaan koiralle lihaksensisäisesti 0,01-0,2 ml/koira, vastaten 0,1-2 IU/koira (Smith 2012). Oksitosiiniannos voidaan tarvittaessa uusia 30 minuutin kuluttua (Smith 2012). Oksitosiini hajoaa munuaisissa ja maksassa ja sen puoliintumisaika on 5 minuuttia (Pretzer 2008).

Jungmann ym. (2023) tutkivat oksitosiinin vaikutusta kohdun lihaskerrosten toimintaan in vitro. Korkeat oksitosiinipitoisuudet saivat aikaan molemmissa lihaskerroksissa vahvan supistuksen, kun taas matalat oksitosiinipitoisuudet saivat aikaan säännölliset rytmiset supistukset. Tutkimuksen perusteella pienemmät oksitosiiniannokset ovat siis tehokkaampia koiran dystokian hoidossa. Liian suurina annoksina oksitosiini aiheuttaa kohtuun pitkäaikaisen vahvan supistuksen, mikä heikentää kohdun verenkiertoa ja sitä kautta sikiön hapensaantia (Münnich ja Küchenmeister 2009).

Osa nartuista, joilla on kohdun polttoheikkous, vastaa oksitosiinihoitoon, mutta osa ei (Bergström ym. 2006a). Nartuilla, jotka eivät vastaa oksitosiinihoitoon, voi olla toiminnallista vikaa tai puutteita kohdun lihaskerroksen oksitosiinireseptoreissa (Bergström ym. 2006a). Mahdollista on myös, että polttoheikkouden taustalla oksitosiinihoitoon vastaamattomilla nartuilla on esimerkiksi puutteellinen prostaglandiini (PGF_{2α}) synteesi, sillä sen tiedetään olevan tärkeä synnytykseen vaikuttava hormoni (Bergström ym. 2006a).

2.6.5 Denaveriini

Denaveriini (denaveriinihydrokloridi) on erityisesti Saksassa yleisesti ihmisten ja eläinten synnytysvaikeuksien yhteydessä käytetty spasmolyytti, joka alentaa kohdunkaulan, vaginan ja vulvan jännitteitä sekä synnytyksen säätelyä ja koordinoitua (Münnich ja Küchenmeister 2009). Denaveriinilla ei ole todettu olevan vaikutuksia kohdun lihaskerroksen supistumiskykyyn (Jungmann ym. 2023). Se on ensisijainen lääke tilanteissa, joissa kohtu ja synnytiskanava ovat ylijännittyneitä tai eivät ole laajentuneet riittävästi (Münnich ja Küchenmeister 2009).

Denaveriini on tällä hetkellä hyväksytty lypsylehmien ja koirien dystokian hoidossa useissa Euroopan unionin maissa (Plavec ym. 2022). Saksassa hiehoille tehdyssä tutkimuksessa todettiin denaveriinin vaikuttavan alentavasti poikimisavussa tarvittavaan vetovoimaan ja poikimisavun kestoon (Plavec ym. 2022). Denaveriinia on tutkittu myös yhteisvaikutuksessa ominaisuuksiltaan oksitosiinia muistuttavan karbetosiinin kanssa hiehoilla ja lehmillä (Zobel ja Taponen 2014). Zobel ja Taponen totesivat tutkimuksessaan denaveriinin vaikuttavan positiivisesti synnytiskanavan kudosten pehmentymiseen ja kohdunkaulan laajenemiseen, kun taas karbetosiini lisäsi kohdun lihaskerroksen supistumiskykyä. Yhteisvaikutukset lyhensivät synnytysaikaa, vähensivät synnytysavun tarvetta ja dystokiasta kärsivien eläinten määrää sekä lisäsivät lehmien hyvinvointia synnytyksen aikana ja sen jälkeen.

Denaveriinilla ei ole negatiivisia vaikutuksia, joten sitä suositellaan erityisesti epäselviin akuuttitilanteisiin (Münnich ja Küchenmeister 2009). Denaveriinihydrokloridia koskevat tutkimustulokset ovat kuitenkin edelleen rajallisia, joten sen vaikutustavasta ja tehokkuudesta ei voida antaa luotettavia lausuntoja (Jungmann ym. 2023).

2.6.6 Glukoosi

Glukoosia tarvitaan lihasten energianlähteeksi (Sjaastad 2016). Nartun ja pentujen veren glukoosipitoisuuksien on todettu vaihtelevan synnytystavasta riippuen; synnytysvaikeuksien ja niiden hoitomenetelmien on todettu nostavan veren glukoosipitoisuuksia (Lúcio ym. 2021).

Hypoglykemia eli veren alhainen glukoosipitoisuus aiheuttaa esiintyessään merkkejä lihasheikkoudesta, mitä voidaan tavata myös hypokalsemian yhteydessä, joten hypoglykemia ja hypokalsemia voi olla vaikea erottaa toisistaan pelkkien kliinisten oireiden perusteella (Boag ja King 2018) Nartuilla esiintyy harvoin hypoglykemiaa ennen synnytystä (Boag ja King 2018), mutta tarvittaessa verensokeri voidaan mitata, jotta mahdollinen hypoglykemia voidaan hoitaa (Pretzer 2008).

Hyperglykemiaa eli korkeita veren glukoosipitoisuuksia havaitaan nartuilla erityisesti synnytysvaikeuksien yhteydessä (Lúcio ym. 2021). Selityksen uskotaan olevan nartun kokeman stressin seurauksena nousevat kortisolitasot, joiden seurauksena glukoosia vapautuu nartun verenkiertoon (Lúcio ym. 2021). Pennuilla hyperglykemiaa on todettu erityisesti pennuista johtuvien synnytysvaikeuksien ja sektion yhteydessä (Lúcio ym. 2021). Tämän takia rutiininomaista glukoosilisää synnytysvaikeuksien yhteydessä tulisi välttää (Lúcio ym. 2021).

2.6.7 Kivunhallinta

Synnytysavun yhteydessä kivunhallinta on tärkeää ja esimerkiksi lehmillä rutiinitoimenpide (Pyörälä 2003). Tutkimustieto tiineelle tai imettävälle nartulle sekä pennuille turvallisista lääkeaineista on rajallista, mutta nartun kivunhallinnasta on kuitenkin huolehdittava, sillä kipeä narttu voi olla aggressiivinen pentuja kohtaan (Mathews 2008). Käytettävät lääkeaineet tulee valita huolellisesti, sillä tiineyden aikana nartun elimistössä tapahtuvat fysiologiset muutokset vaikuttavat lääkkeiden kiertoon ja eliminoitumiseen (Johnston 2001).

Opioidien on todettu olevan turvallisin vaihtoehto kivunhallintaan, kunhan huomioidaan lääkeaine, annostelu ja annostelun ajoitus (Mathews 2008). Lyhytvaikutteiset opioidit, esimerkiksi metadoni, ovat erinomainen lääke nartun kivunhallintaan synnytyksen yhteydessä, sillä niiden vaikutukset pennuissa voidaan kumota vasta-aineella, naloksonilla (Mathews 2008). Opioideja käytetään usein myös sektion jälkeisen kivun hallintaan (Mathews 2008).

Tulehduskipulääkkeiden turvallisuutta tai mahdollisia haittavaikutuksia ei ole juuri tutkittu tiineillä nartuilla, joten niiden annostelu on suositeltavaa rajoittaa yhteen annokseen sekktion jälkeen (Mathews 2008).

Epiduraalipuudutus on tehokas kivunhallintamenetelmä (Wetmore ja Glowski 2000), joka on yleisesti käytetty varsinkin lehmillä synnytysavun yhteydessä (Pyörälä 2003). Ihmisillä epiduraalitilaan annosteltavat lääkeaineet ovat synnytyksen ja synnytyksen aikaisen kivunlievityksen yksi käytetyimmistä menetelmistä (Lin ym. 2021). Epiduraalipuudutusta käytetään myös koirilla kivunlievitykseen erilaisissa tilanteissa, jolloin kuitenkin potilaan rauhoittaminen toimenpiteen suorittamiseksi on suositeltavaa (Wetmore ja Glowski 2000). Epiduraalipuudutuksen hyötyjä koiran synnytysavun yhteydessä tulee punnita sen suorittamiseen tarvittavan ajan ja mahdollisen rauhoittamisen ja siitä aiheutuvien haittojen suhteen (Pascoe ja Moon 2001).

3. POHDINTA

Kuten tutkielmassa todettiin, dystokian konservatiiviseen hoitoon on useita eri menetelmiä niin manuaalisen kuin lääkkeellisenkin hoidon osalta. Usein kuitenkin kliinisessä työssä sektioon edetään jopa ilman konservatiivisen hoidon kokeilua, koska sektio voi olla nopeampi ja varmempi vaihtoehto kuin konservatiivisen hoidon vasteen odottelu. Mielestäni konservatiiviselle hoidolle tulisi kuitenkin antaa aina mahdollisuus, mikäli se on pentujen ja nartun kannalta turvallista, sillä sektio vaatii aina anestesian, mikä tiineen nartun kohdalla luo omat haasteensa ja riskinsä. Jokaisen synnytysvaikeuspotilaan kohdalla hoitosuunnitelma on laadittava tapauskohtaisesti ja siinä on otettava huomioon niin nartun ja pentujen hyvinvointi kuin myös omistajan mielipide.

Dystokian todentamisessa pelkät nartun käyttäytymiseen liittyvät havainnot ovat joskus riittämättömiä, mutta niiden havaitseminen ajoissa on erittäin tärkeää. Nartun synnytystä valvovalla henkilöllä on siis suuri vastuu synnytyksen käynnistymisen ja sen etenemisen seurannassa, jotta eläinlääkäriin hakeudutaan riittävän nopeasti synnytyksen edetessä epänormaalisti. Nartun synnytyksen seurantaan kotioloissa on mahdollisuus muualla maailmalla vuokrata esimerkiksi kardiotokografeja, jonka antamaa dataa seurataan etäyhteydellä ja asiakas ohjataan tarvittaessa eläinlääkäriin. Tämä voisi olla mielestäni kehityskelpoinen menetelmä myös Suomessa tulevaisuudessa. Alun perin humanipuolelle kehitetyn kardiotokografian käyttö narttujen kohdun toiminnan seuraamisessa vaatii kuitenkin lisätutkimuksia, sillä virhelähteitä on useita ja virheellisiä tuloksia syntyy niiden seurauksena kohtalaisen helposti.

Dystokian yhteydessä yleisimpinä mainitut rodut vaihtelivat tutkimuksissa maan mukaan. Tyypillisimpiin rotuihin vaikuttavat varmasti maittain vaihtelevat rotujakaumat ja rotujen vaihteleva suosio ihmisten keskuudessa. On huomioitava myös joidenkin tutkimusten pienet potilasmäärät sekä se, että tutkimus on voitu tehdä vain yhdessä sairaalassa, jolloin tuloksiin voi vaikuttaa, jos alueella on jonkun tietyn rodun kasvattaja, jolla on useampia samaa rotua edustavia synnyttäviä narttuja. Mielenkiintoista olisi saada tutkimustuloksia Suomesta ja selvittää Suomen tyypillisimmät dystokialle alttiit rodut.

Jatkotutkimuksia tulevaisuudessa vaatii myös koiran kiimakiertoon, tiineyteen ja synnytykseen liittyvä hormonitoiminta, joka on monimutkainen kokonaisuus. Nartun veren hormonipitoisuuksien

avulla voidaan seurata esimerkiksi ovulaation ja synnytyksen ajankohtia, mutta käytännön toteutus luo omat haasteensa. Lisäksi toisistaan poikkeavat menetelmä- ja laboratoriokohtaiset viitearvot vaikeuttavat viitearvojen tarkkaa määrittämistä kliinisen työn tueksi.

4. LÄHDELUETTELO

- Arlt, Sebastian P. 2020. "The bitch around parturition". *Theriogenology* 150:452–57. doi: 10.1016/j.theriogenology.2020.02.046.
- Baan, M., M. A. M. Taverne, J. de Gier, H. S. Kooistra, H. Kindahl, S. J. Dieleman, ja A. C. Okkens. 2008. "Hormonal changes in spontaneous and aglépristone-induced parturition in dogs". *Theriogenology* 69(4):399–407. doi: 10.1016/j.theriogenology.2007.10.008.
- Bakker, P. C. a. M., P. H. J. Kurver, D. J. Kuik, ja H. P. Van Geijn. 2007. "Elevated Uterine Activity Increases the Risk of Fetal Acidosis at Birth". *American Journal of Obstetrics & Gynecology* 196(4):313.e1-313.e6. doi: 10.1016/j.ajog.2006.11.035.
- Bergström, A., B. Fransson, A. S. Lagerstedt, H. Kindahl, Ulf Olsson, ja K. Olsson. 2010. "Hormonal concentrations in bitches with primary uterine inertia". *Theriogenology* 73(8):1068–75. doi: 10.1016/j.theriogenology.2010.01.006.
- Bergström, A., B. Fransson, A. S. Lagerstedt, ja K. Olsson. 2006a. "Primary Uterine Inertia in 27 Bitches: Aetiology and Treatment". *Journal of Small Animal Practice* 47(8):456–60. doi: 10.1111/j.1748-5827.2006.00071.x.
- Bergström, Annika, Ane Nødtvedt, Anne-Sofie Lagerstedt, ja Agneta Egenvall. 2006b. "Incidence and Breed Predilection for Dystocia and Risk Factors for Cesarean Section in a Swedish Population of Insured Dogs". *Veterinary Surgery* 35(8):786–91. doi: 10.1111/j.1532-950X.2006.00223.x.
- Blanks, Andrew M., ja Steven Thornton. 2003. "The Role of Oxytocin in Parturition". *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology* 110(s20):46–51. doi: 10.1046/j.1471-0528.2003.00024.x.
- Boag, Amanda, ja L. C. King. 2018. *BSAVA Manual of Canine and Feline Emergency and Critical Care / Editors: Lesley G. King, Amanda Boag*. Third edition. Gloucester: British Small Animal Veterinary Association.
- Concannon, P. W., W. R. Butler, W. Hansel, P. J. Knight, ja J. M. Hamilton. 1978. "Parturition and Lactation in the Bitch: Serum Progesterone, Cortisol and Prolactin". *Biology of Reproduction* 19(5):1113–18. doi: 10.1095/biolreprod19.5.1113.
- Concannon, Patrick W. 2011. "Reproductive cycles of the domestic bitch". *Animal Reproduction Science* 124(3):200–210. doi: 10.1016/j.anireprosci.2010.08.028.
- Concannon, Patrick W., ja William Hansel. 1977. "Prostaglandin F_{2α} induced luteolysis, hypothermia, and abortions in beagle bitches". *Prostaglandins* 13(3):533–42. doi: 10.1016/0090-6980(77)90030-2.
- Couto, C. Guillermo, ja Richard W. Nelson. 2020. *Small Animal Internal Medicine / [Edited by] Richard W. Nelson, C. Guillermo Couto*. Sixth edition. St. Louis, MO: Elsevier.

Darvelid, A. Walett, ja C. Linde-Forsberg. 1994. "Dystocia in the Bitch: A Retrospective Study of 182 Cases". *Journal of Small Animal Practice* 35(8):402–7. doi: 10.1111/j.1748-5827.1994.tb03863.x.

Davidson, Autumn, ja Janis Cain. 2023. "Canine Pregnancy, Eutocia, and Dystocia". *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 53(5):1099–1121. doi: 10.1016/j.cvsm.2023.05.004.

Davidson, Autumn P. 2001. "Uterine and Fetal Monitoring in the Bitch". *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 31(2):305–13. doi: 10.1016/S0195-5616(01)50207-7.

Davidson, Autumn P. 2011. "Primary Uterine Inertia in Four Labrador Bitches". *Journal of the American Animal Hospital Association* 47(2):83–88. doi: 10.5326/JAAHA-MS-5122.

De Cramer, K. G. M., ja J. O. Nöthling. 2018. "The precision of predicting the time of onset of parturition in the bitch using the level of progesterone in plasma during the preparturient period". *Theriogenology* 107:211–18. doi: 10.1016/j.theriogenology.2017.11.018.

Duprey, Laura Pardi, Theresa Welch Fossum, ja Theodore G. Huff. 2019. *Small Animal Surgery / Theresa Welch Fossum [Editor] ; Laura Pardi Duprey, Theodore G. Huff (Medical Illustrators)*. Fifth edition. Philadelphia, PA: Elsevier.

Eilts, Bruce E., Autumn P. Davidson, Giselle Hosgood, Dale L. Paccamonti, ja David G. Baker. 2005. "Factors affecting gestation duration in the bitch". *Theriogenology* 64(2):242–51. doi: 10.1016/j.theriogenology.2004.11.007.

England, G. c. w., W. Edward Allen, ja D. J. Porter. 1990. "Studies on Canine Pregnancy Using B-Mode Ultrasound: Development of the Conceptus and Determination of Gestational Age". *Journal of Small Animal Practice* 31(7):324–29. doi: 10.1111/j.1748-5827.1990.tb00821.x.

Faber, John E., ja Robert D. Mussey. 1939. "Uterine Inertia". *Medical Clinics of North America* 23(4):1049–59. doi: 10.1016/S0025-7125(16)36844-4.

Farrow, C. S. 1978. "Maternal-Fetal Evaluation in Suspected Canine Dystocia: A Radiographic Prospective". *The Canadian Veterinary Journal = La Revue Veterinaire Canadienne* 19(1):24–26.

Frehner, Bl, Im Reichler, S. Keller, S. Goericke-Pesch, ja O. Balogh. 2018. "Blood Calcium, Glucose and Haematology Profiles of Parturient Bitches Diagnosed with Uterine Inertia or Obstructive Dystocia". *Reproduction in Domestic Animals* 53(3):680–87. doi: 10.1111/rda.13157.

Giannico, Amália Turner, Elaine Mayumi Ueno Gil, Daniela Aparecida Ayres Garcia, ja Tilde Rodrigues Froes. 2015. "The Use of Doppler Evaluation of the Canine Umbilical Artery in Prediction of Delivery Time and Fetal Distress". *Animal Reproduction Science* 154:105–12. doi: 10.1016/j.anireprosci.2014.12.018.

Gram, A., A. Boos, ja Mp Kowalewski. 2014. "Uterine and Placental Expression of Canine Oxytocin Receptor During Pregnancy and Normal and Induced Parturition". *Reproduction in Domestic Animals* 49(s2):41–49. doi: 10.1111/rda.12295.

Groppetti, D., A. Pecile, A. P. Del Carro, K. Copley, M. Minero, ja F. Cremonesi. 2010. "Evaluation of

newborn canine viability by means of umbilical vein lactate measurement, apgar score and uterine tocodynamometry". *Theriogenology* 74(7):1187–96. doi: 10.1016/j.theriogenology.2010.05.020.

Hardie, E. M. 1984. "Selected Surgeries of the Male and Female Reproductive Tracts". *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice* 14(1):109–22. doi: 10.1016/s0195-5616(84)50009-6.

Hase, Masayoshi, Tatsuya Hori, Eiichi Kawakami, ja Toshihiko Tsutsui. 2000. "Plasma LH and Progesterone Levels before and after Ovulation and Observation of Ovarian Follicles by Ultrasonographic Diagnosis System in Dogs". *Journal of Veterinary Medical Science* 62(3):243–48. doi: 10.1292/jvms.62.243.

Higuchi, T., Y. Tadokoro, K. Honda, ja H. Negoro. 1986. "Detailed Analysis of Blood Oxytocin Levels during Suckling and Parturition in the Rat". *Journal of Endocrinology* 110(2):251–56. doi: 10.1677/joe.0.1100251.

Hinderer, Janna, Julia Lüdeke, Lisa Riege, Peggy Haimerl, Alexander Bartel, Barbara Kohn, Corinna Weber, Elisabeth Müller, ja Sebastian P. Arlt. 2021. "Progesterone Concentrations during Canine Pregnancy". *Animals* 11(12):3369. doi: 10.3390/ani11123369.

Hollinshead, F. K., D. W. Hanlon, R. O. Gilbert, J. P. Verstegen, N. Krekeler, ja D. H. Volkmann. 2010. "Calcium, parathyroid hormone, oxytocin and pH profiles in the whelping bitch". *Theriogenology* 73(9):1276–83. doi: 10.1016/j.theriogenology.2009.12.008.

Johnston, Shirley D. 2001. *Canine and Feline Theriogenology / Shirley D. Johnston, Margaret V. Root Kustritz, Patricia N. S. Olson*. Philadelphia: Saunders.

Jungmann, Carolin, Sophie-Charlotte Pyzik, Eva-Maria Packeiser, Hanna Körber, Susanne Hoppe, Gemma Mazzuoli-Weber, ja Sandra Goericke-Pesch. 2023. "The In Vitro Contractile Response of Canine Pregnant Myometrium to Oxytocin and Denaverine Hydrochloride". *Biology* 12(6):860. doi: 10.3390/biology12060860.

Jutkowitz, L. Ari. 2005. "Reproductive emergencies". *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 35(2):397–420. doi: 10.1016/j.cvsm.2004.10.006.

Klarenbeek, M., A. C. Okkens, H. S. Kooistra, J. A. Mol, null M M Bevers, ja M. a. M. Taverne. 2007. "Plasma Oxytocin Concentrations during Late Pregnancy and Parturition in the Dog". *Theriogenology* 68(8):1169–76. doi: 10.1016/j.theriogenology.2007.08.017.

Lenard, Zm, Bj Hopper, Nv Lester, JI Richardson, ja Id Robertson. 2007. "Accuracy of Prediction of Canine Litter Size and Gestational Age with Ultrasound". *Australian Veterinary Journal* 85(6):222–25. doi: 10.1111/j.1751-0813.2007.00162.x.

Lezama-García, Karina, Julio Martínez-Burnes, Uri Baqueiro-Espinosa, Dina Villanueva-García, Adriana Olmos-Hernández, Ismael Hernández-Ávalos, Patricia Mora-Medina, Adriana Domínguez-Oliva, ja Daniel Mota-Rojas. 2023. "Uterine Dynamics, Blood Profiles, and Electronic Fetal Monitoring of Primiparous and Multiparous Bitches Classified According to Their Weight". *Frontiers*

in *Veterinary Science* 10:1282389. doi: 10.3389/fvets.2023.1282389.

Lin, Rong, Peng Shi, Haibing Li, Zhiqiang Liu, ja Zhendong Xu. 2021. "Association between epidural analgesia and indications for intrapartum caesarean delivery in group 1 of the 10-group classification system at a tertiary maternity hospital, Shanghai, China: a retrospective cohort study". *BMC Pregnancy and Childbirth* 21:464. doi: 10.1186/s12884-021-03925-z.

Linde Forsberg, Catharina, ja Gunilla Persson. 2007. "A survey of dystocia in the Boxer breed". *Acta Veterinaria Scandinavica* 49(1):8. doi: 10.1186/1751-0147-49-8.

Lúcio, C. F., L. C. G. Silva, ja C. I. Vannucchi. 2021. "Perinatal cortisol and blood glucose concentrations in bitches and neonatal puppies: effects of mode of whelping". *Domestic Animal Endocrinology* 74:106483. doi: 10.1016/j.domaniend.2020.106483.

Lúcio, Cf, Lcg Silva, Ja Rodrigues, Gal Veiga, ja Ci Vannucchi. 2009. "Peripartum Haemodynamic Status of Bitches with Normal Birth or Dystocia". *Reproduction in Domestic Animals* 44(s2):133–36. doi: 10.1111/j.1439-0531.2009.01427.x.

Mathews, Karol A. 2008. "Pain Management for the Pregnant, Lactating, and Neonatal to Pediatric Cat and Dog". *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 38(6):1291–1308. doi: 10.1016/j.cvsm.2008.07.001.

Maul, Holger, William L. Maner, George R. Saade, ja Robert E. Garfield. 2003. "The physiology of uterine contractions". *Clinics in Perinatology* 30(4):665–76. doi: 10.1016/S0095-5108(03)00105-2.

Monheit, Alan G., Martin L. Stone, ja M. Maurice Abitbol. 1988. "Fetal Heart Rate and Transcutaneous Monitoring during Experimentally Induced Hypoxia in the Fetal Dog". *Pediatric Research* 23(6):548–52. doi: 10.1203/00006450-198806000-00002.

Münnich, Andrea, ja Uwe Küchenmeister. 2009. "Dystocia in Numbers - Evidence-Based Parameters for Intervention in the Dog: Causes for Dystocia and Treatment Recommendations". *Reproduction in Domestic Animals = Zuchthygiene* 44 Suppl 2:141–47. doi: 10.1111/j.1439-0531.2009.01405.x.

O'Neill, D. G., A. M. O'Sullivan, E. A. Manson, D. B. Church, A. K. Boag, P. D. McGreevy, ja D. C. Brodbelt. 2017. "Canine Dystocia in 50 UK First-Opinion Emergency-Care Veterinary Practices: Prevalence and Risk Factors". *Veterinary Record* 181(4):88–88. doi: 10.1136/vr.104108.

Pascoe, Peter J., ja Paula F. Moon. 2001. "Periparturient and Neonatal Anesthesia". *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 31(2):315–41. doi: 10.1016/S0195-5616(01)50208-9.

Plavec, Tanja, Tanja Knific, Aleksandra Slapšak, Sara Raspor, Barbara Lukanc, ja Maja Zakošek Pipan. 2022. "Canine Neonatal Assessment by Vitality Score, Amniotic Fluid, Urine, and Umbilical Cord Blood Analysis of Glucose, Lactate, and Cortisol: Possible Influence of Parturition Type?" *Animals: an Open Access Journal from MDPI* 12(10):1247. doi: 10.3390/ani12101247.

Pretzer, S. D. 2008. "Medical management of canine and feline dystocia". *Theriogenology*

70(3):332–36. doi: 10.1016/j.theriogenology.2008.04.031.

Pyörälä, Erkki. 2003. *Kotieläinten synnytysooppi / Erkki Pyörälä*. Helsinki: Helsingin yliopisto.

Rezapour, Masoumeh, Jarin Hongpaisan, Xin Fu, Torbjörn Bäckström, Godfried M. Roomans, ja Ulf Ulmsten. 1996. "Effects of progesterone and oxytocin on intracellular elemental composition of term human myometrium in vitro". *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* 68:191–97. doi: 10.1016/0301-2115(96)02503-1.

Romagnoli, S., F. F. de Souza, A. Rota, ja I. Vannozzi. 2004. "Prolonged Interval between Parturition of Normal Live Pups in a Bitch". *Journal of Small Animal Practice* 45(5):249–53. doi: 10.1111/j.1748-5827.2004.tb00231.x.

Runcan, Erin E., ja Marco A. Coutinho da Silva. 2018. "Whelping and Dystocia: Maximizing Success of Medical Management". *Topics in Companion Animal Medicine* 33(1):12–16. doi: 10.1053/j.tcam.2018.03.003.

Senger, P. L. 2012. *Pathways to Pregnancy & Parturition / P.L. Senger*. 3rd ed. Redmond, OR: Current Conceptions.

Sjaastad, Øystein V. 2016. *Physiology of Domestic Animals / Øystein V. Sjaastad, Olav Sand, Knut Hove*. Third edition. Oslo: Scandinavian Veterinary Press.

Smith, Frances O. 2012. "Guide to Emergency Interception During Parturition in the Dog and Cat". *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 42(3):489–99. doi: 10.1016/j.cvsm.2012.02.001.

Steinetz, Bernard G., Laura T. Goldsmith, ja George Lust. 1987. "Plasma Relaxin Levels in Pregnant and Lactating Dogs¹". *Biology of Reproduction* 37(3):719–25. doi: 10.1095/biolreprod37.3.719.

Summerlee, A. J. 1981. "Extracellular recordings from oxytocin neurones during the expulsive phase of birth in unanaesthetized rats." *The Journal of Physiology* 321:1–9.

Tamminen, Tuire. 2020. *Canine dystocia : oxytocin receptors, uterine inertia, and cardiotocography*. Helsinki: Helsingin yliopisto.

Taverne, Marcel, ja David E. Noakes. 2019. "Parturition and the Care of Parturient Animals and the Newborn". 115–47. doi: 10.1016/B978-0-7020-7233-8.00006-9.

Traas, A. M. 2008. "Surgical Management of Canine and Feline Dystocia". *Theriogenology* 70(3):337–42. doi: 10.1016/j.theriogenology.2008.04.014.

Tsuchida, Mei, Nako Komura, Tatsuya Yoshihara, Yuta Kawasaki, Daichi Sakurai, ja Hiroshi Suzuki. 2022. "Ultrasonographic Observation in Combination with Progesterone Monitoring for Detection of Ovulation in Labrador Retrievers". *Reproduction in Domestic Animals* 57(2):149–56. doi: 10.1111/rda.14035.

Tsutsui, Toshihiko, Tatusya Hori, Nobuyuki Kirihara, Eiichi Kawakami, ja P. W. Concannon. 2006. "Relation between mating or ovulation and the duration of gestation in dogs". *Theriogenology* 66(6):1706–8. doi: 10.1016/j.theriogenology.2006.01.011.

Tsutsui, Toshihiko, ja R. Dennis Stewart. 1991. "Determination of the Source of Relaxin Immunoreactivity during Pregnancy in the Dog." *Journal of Veterinary Medical Science* 53(6):1025–29. doi: 10.1292/jvms.53.1025.

Veronesi, M. C., M. Battocchio, L. Marinelli, M. Faustini, H. Kindahl, ja F. Cairoli. 2002. "Correlations Among Body Temperature, Plasma Progesterone, Cortisol and Prostaglandin F2 α of the Periparturient Bitch". *Journal of Veterinary Medicine Series A* 49(5):264–68. doi: 10.1046/j.1439-0442.2002.00410.x.

Verstegen-Onclin, K., ja J. Verstegen. 2008. "Endocrinology of pregnancy in the dog: A review". *Theriogenology* 70(3):291–99. doi: 10.1016/j.theriogenology.2008.04.038.

Wetmore, Lois A., ja Maria M. Glowski. 2000. "Epidural analgesia in veterinary critical care". *Clinical Techniques in Small Animal Practice* 15(3):177–88. doi: 10.1053/svms.2000.16545.

van der Weyden, G. C., M. A. Taverne, S. J. Dieleman, Y. Wurth, M. M. Bevers, ja H. A. van Oord. 1989. "Physiological Aspects of Pregnancy and Parturition in Dogs." *Journal of Reproduction and Fertility. Supplement* 39:211–24.

van der Weyden, G. C. Van Der, M. a. M. Taverne, A. C. Okkens, ja P. Fontijne. 1981. "The Intra-Uterine Position of Canine Foetuses and Their Sequence of Expulsion at Birth". *Journal of Small Animal Practice* 22(8):503–10. doi: 10.1111/j.1748-5827.1981.tb00637.x.

Yeager, A. E., ja P. W. Concannon. 1990. "Association between the preovulatory luteinizing hormone surge and the early ultrasonographic detection of pregnancy and fetal heartbeats in beagle dogs". *Theriogenology* 34(4):655–65. doi: 10.1016/0093-691X(90)90021-K.

Zingg, Hans H. 1996. "Vasopressin and oxytocin receptors". *Baillière's Clinical Endocrinology and Metabolism* 10(1):75–96. doi: 10.1016/S0950-351X(96)80314-4.

Zobel, Robert, ja Juhani Taponen. 2014. "Denaverine hydrochloride and carbetocin increased welfare during and after parturition and enhanced subsequent fertility in cattle". *Journal of Dairy Science* 97(6):3570–77. doi: 10.3168/jds.2013-7535.

Zone, M. A., ja M. M. Wanke. 2001. "Diagnosis of Canine Fetal Health by Ultrasonography." *Journal of Reproduction and Fertility. Supplement* 57:215–19.