



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Lonkan tekonivelleikkausten komplikaatiot Yliopistollisessa eläinsairaalassa vuosina 2013–2021

Alina Schrey

Eläinlääketieteen lisensiaatin tutkielma

Eläinlääketieteellinen tiedekunta

Kliinisen hevos- ja pieneläinlääketieteen osasto

Pieneläinkirurgia

Helsingin yliopisto 2023



Tiedekunta – Fakultet – Faculty Eläinlääketieteellinen tiedekunta		Koulutusohjelma – Utbildningsprogram – Degree Programme Eläinlääketieteen lisensiaatin koulutusohjelma	
Opintosuunta – Studieriktning – Study Track Pieneläinkirurgia			
Tekijä – Författare – Author Alina Schrey			
Työn nimi – Arbetets titel – Title Lonkan tekonivelleikkausten komplikaatiot Yliopistollisessa eläinsairaalassa vuosina 2013–2021			
Työn laji – Arbetets art – Level Lisensiaatin tutkielma	Aika – Datum – Month and year 1/2023	Sivumäärä– Sidoantal – Number of pages 49	
<p>Tiivistelmä – Referat – Abstract</p> <p>Vakavat lonkan kehityshäiriöt, vakava nivelrikko ja lonkkaluksaatio ovat lonkan tekonivelleikkauksen (THR, <i>total hip replacement</i>) yleisimmät indikaatiot. Tekonivelleikkauksessa reisiluun pää- ja kaulaosaa poistetaan ja lonkkanivel korvataan osittain tai kokonaan implanttien avulla.</p> <p>Tämän retrospektiivisen tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Yliopistollisessa eläinsairaalassa vuosina 2013–2021 tehtyjen lonkan tekonivelleikkausten komplikaatiot sekä selvittää komplikaatioiden ilmenemiseen vaikuttavia tekijöitä. Tutkimuksessa leikkauksia tehtiin vain koirille. Lonkan tekonivelleikkausten komplikaatioiden määrä vaihtelee 5–20 % välillä riippuen tutkimuksesta. Hypoteesina tässä tutkimuksessa on, että komplikaatiotasoa on korkeampi, sillä lonkan keinoivelleikkauksia on vasta aloitettu tekemään Yliopistollisessa eläinsairaalassa ja leikkausten määrä on vielä suhteellisen pieni.</p> <p>Tutkimukseen valittiin kaikki lonkan tekonivelleikkaukseen osallistuneet koirat, jotka leikattiin Yliopistollisessa eläinsairaalassa vuosina 2013–2021. Potilaiden komplikaatiot kirjattiin ylös ja luokiteltiin vähäisiin, huomattaviin ja katastrofaalisiin komplikaatioihin. Vähäisiksi komplikaatioiksi luokiteltiin sellaiset, jotka olivat parannettavissa ilman leikkaushoitoa, huomattavat vaativat kirurgista tai lääkkeellistä jatkohoitoa ja katastrofaaliset johtivat potilaan menehtymiseen tai eutanasiapäätökseen.</p> <p>Leikkauksia tehtiin yhteensä 54 kappaletta. Leikattuja koiria oli 46, joista seitsemältä leikattiin molemmat lonkat. Koirista 32,6 % (n=15) oli intakteja narttuja, 30,4 % (n=14) intakteja uroksia, 17,4 % (n=8) steriloituja narttuja ja 19,6 % (n=9) kastroiduja uroksia. Koirien iän keskiarvo ± keskihajonta oli 3,4 ± 2,3 vuotta, nuorin 0,7 ja vanhin 8,7 vuotta. Koirien painot vaihtelivat 3,0 ja 57,5 kg välillä, keskiarvon ± keskihajonnan ollessa 25,9 kg ±11,5 kg. Tutkimukseen osallistui 23 eri rodun edustajia.</p> <p>Yleisin syy lonkan tekonivelleikkaukselle oli dysplasia ja/tai nivelrikko. 31 jalassa (57,4 %) diagnosoitiin dysplasia ja 32 jalassa (59,2 %) nivelrikko. Vasemmanpuoleisia lonkan tekoniveliä tehtiin 25 kappaletta (46,3 %) ja oikeanpuoleisia 29 kappaletta (53,7 %). Suuressa osassa THR-leikkauksia käytettiin sementitöntä (<i>Kyon Zürich Cementless</i>) tekoniveltä 48 leikkauksessa (88,9 %). Sementillisiä (Biomedtrix CFX) implantteja käytettiin vain kuudessa leikkauksessa (11,1 %), sillä se soveltui ainoastaan alle 10 kiloa painaville koirille.</p> <p>Eri asteisia komplikaatioita ilmeni 43,6 % eli 24 leikkauksessa. Komplikaatioiden kokonaismäärä oli 34, sillä osalla potilaista komplikaatioita todettiin useita. Katastrofaaliseksi luokiteltuja komplikaatioita havaittiin 2 tapauksessa (3,7 %). Huomattavia komplikaatioita havaittiin 13 tapauksessa (24,1 %) ja vähäisiä komplikaatioita 9 tapauksessa (16,7 %). Luksaatio oli yleisin huomattava komplikaatio ja se todettiin kuudessa tapauksessa (11,1 %).</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords koira, lonkan tekonivelleikkaus, THR, lonkkaproteesi, komplikaatio			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited HELDA – Helsingin yliopiston digitaalinen arkisto			
Ohjaaja tai ohjaajat: Outi Vapaavuori (johtaja), Pauli Keränen (ohjaaja), Thomas Björkenheim (ohjaaja)			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			

1 JOHDANTO	1
2 KIRJALLISUUSKATSAUS	2
2.1 Lonkan anatomiaa	2
2.2. Lonkan sairaudet	4
2.2.1 Lonkkadysplasia	4
2.2.2 Legg-Perthes	8
2.3 Lonkan tekonivelleikkaukset eläinlääketieteessä	9
2.3.1 Sementilliset ja sementittömät implantit	13
2.4 Lonkan tekonivelleikkaus	14
2.4.1 Indikaatiot ja vasta-aiheet	14
2.4.2 Lonkan tekonivelleikkauksen kulku	16
2.5 Lonkan tekonivelleikkauksen komplikaatiot	18
2.5.1 Pehmytkudoskomplikaatiot	19
2.5.2 Luisten rakenteiden komplikaatiot	20
2.5.3 Tekonivelimplanttien komplikaatiot	20
2.6 Komplikaatioiden ilmenemiseen vaikuttavat tekijät	21
2.6.1 Signalementti ja esitiedot	22
2.6.2 Implantin valinta	23
2.6.3 Aseptiikka ja antibioottiprofylaksia	24
2.6.4 Postoperatiivinen hoito	25
3 AINEISTO JA MENETELMÄT	27
3.1 Potilasmateriaali	27
3.2 Tekonivelimplantit	27
3.3 Leikkaukseen liittyvät toimenpiteet ja potilaan seuranta	27
3.3.1 Röntgenkuvien arviointi	28
3.4 Komplikaatioiden luokittelu	29
3.5 Tilastolliset analyysit	29
4 TULOKSET	30
4.1 Potilasmateriaali	30
4.2 Tekonivelleikkausten määrä	31
4.3 Potilaiden seuranta ja todetut komplikaatiot	32
4.4 Lonkan tekonivelleikkausten komplikaatiot eläinsairaalassa vuosina 2013–2021	34
4.5 Komplikaatioiden ilmenemiseen vaikuttavat tekijät	35
5 POHDINTA	36
5.1 Komplikaatioiden esiintyminen verrattuna aiempiin tutkimuksiin	36
5.2 Komplikaatioille altistavat tekijät	38
5.3 Tekonivelimplantit	39
5.4 Potilasmateriaalin jakauma verrattuna aiempiin tutkimuksiin	39
5.5 Tutkimuksen virhelähteet	39
5.6 Prospektiivinen tutkimusmenetelmä	40
5.7 Loppusanat	40
6 LÄHDELUETTELO	42

1 JOHDANTO

Lonkan tekonivelleikkauksessa synnynnäisesti epämuodostunut tai traumaattisesti vaurioitunut lonkkanivel korvataan osin tai kokonaisuudessaan proteesilla. Suurilla koirilla lonkkadysplasian aiheuttama osteoartriitti on yleisin indikaatio lonkan tekonivelleikkaukselle. Myös pienillä koirilla ja kissoilla leikkaus on indikoitu samasta syystä, mutta lisäksi muiden ongelmien, kuten *coxofemoraalisen* luksaation, avaskulaarisen nekroosin tai reisiluun pään kasvuruston murtumien takia (Kidd ym. 2016).

Tutkielman kirjallisuuskatsauksessa käydään läpi lonkan anatomiaa ja sairauksia, proteesien käyttöä eläinlääketieteessä sekä lonkan tekonivelleikkauksen kulku. Lisäksi selvitetään leikkauksen mahdollisia komplikaatioita. Tutkimusosion tavoitteena on selvittää Yliopistollisessa eläinsairaalassa vuosina 2013–2021 tehtyjen lonkan tekonivelleikkausten komplikaatiot ja niiden syntyyn mahdollisesti vaikuttaneet tekijät. Tutkimuksessa tarkastellaan 54 lonkan tekonivelleikkausta, jotka on tehty 46 koiralle.

Kirjallisuudessa komplikaatioiden määrä vaihtelee yleisesti 5–20 % välillä (Lanz ym. 2021, Alvarez ym. 2021), mutta myös suurempia prosenttilukuja löytyy yksittäisistä tutkimuksista. Mahdollisia komplikaatioita ovat esimerkiksi infektiot, implanttien aseptinen irtoaminen, coxofemoraalinivelen luksaatio, reisiluun murtumat, lonkan alueen hermovauriot, *acetabulum*in kupin liikkuminen, implantin hajoaminen ja keuhkoembolismi (Kidd ym. 2016). Sementillisissä proteeseissa suurin ongelma on ollut implantin aseptinen löystyminen (Skurla ym. 2005).

Kirjallisuuskatsauksen avulla selvitetään aiempia tutkimustuloksia lonkan tekonivelleikkauksista ja niiden komplikaatioista. Tutkielman tavoitteena on selvittää komplikaatioiden määrää ja laatua Yliopistollisessa eläinsairaalassa saatavilla olevasta potilasmateriaalista lonkan tekonivelleikkauspotilaista (vuosina 2013–2021). Tutkielma keskittyy eläinsairaalassa käytettyihin proteesityyppeihin: Kyon Zürich sementittömään proteesiin ja Biomedtrixin sementilliseen miniproteesiin alle 10 kg painoisilla koirilla.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 Lonkan anatomiaa

Lonkkanivel on pallonivel, joka muodostuu lantion lonkkamaljasta (*acetabulum*) ja reisiluun (*femur*) päästä (Dyce ym. 2018). *Acetabulum*in nivelpinnassa on sidekudoksinen *labrum*, joka suurentaa nivelen pinta-alaa. *Labrum*iin kiinnittyy poikittainen ligamentti (*ligamentum teres*), joka yhdistää mediaalisen seinämän reisiluun pään *fovea capitikseen* (Dyce ym. 2018). Sidekudoskerros tukee nivelkalvoa, mutta sen paksuus vaihtelee eri kohdissa niveltä. Reisiluun pää on melkein täydellinen pallo lukuun ottamatta keskikuoppaa (*fovea capitis*), jossa on *ligamentum teresin* insertiokohta. Ligamentti kiinnittyy syväälle *acetabulum*in kuppiin (Dyce ym. 2018).

Lonkkanivelen toimintaan liittyy keskeisesti useita eri lihaksia. *Musculus gluteus superficialis* kiinnittyy ristiluuhun, suoliluuhun ja *fascia gluteaan* sekä reisiluuhun. *Musculus gluteus medius* ja *profundus* kiinnittyvät suoliluuhun ja reisiluuhun. Nämä lihakset vastaavat lonkan loitonnuksesta ja ojennuksesta, paitsi *m. g. profundus* ainoastaan loitonnuksesta (Dyce ym. 2018).

Musculus piriformis kiinnittyy ristiluuhun ja reisiluun *trochanter majoriin* ja vastaa lonkan ojennuksesta. *Musculus tensor fasciae latae* kulkee suoliluun *tuber coxaesta fascia lataan* ja koukistaa lonkkaa sekä polvea. *Musculus biceps femoris* kiinnittyy sakrotuberaaliligamenttiin, istuinluuhun, *fascia crurikseen*, *fascia lataan* ja *tendo calcaneus kommunikseen*. *M. b. femoriksen pars cranialis* loitontaa ja ojentaa lonkkaa. *Musculus semitendinosus* kiinnittyy istuinluun harjanteeseen ja proksimaalisesti sääriluun mediaalipuolelle sekä *tendo calcaneus kommunikseen* ja osallistuu lonkan ojennukseen. *Musculus semimembranosus* kiinnittyy istuinluun harjanteeseen ja reisiluun ja sääriluun *condylus medialikseen* ja osallistuu lonkan ojennukseen ja adduktioon (Dyce ym. 2018).

Lonkan syvät lihakset ovat pieniä ja koordinoivat takajalan liikkeitä. Ne kiertävät reisiluuta ulospäin ja ojentavat lonkkaniveltä. *Musculus obturatorius internus* ja *externus* kiinnittyvät lantion dorsaali- ja ventraalipuolelle ja reisiluun *fossa trochanteriaan*. *Musculus quadratus femoris* kiinnittyy istuinluun ventraalipuolelle ja reisiluun *fossa trochanterian* distaalipuolelle. *Musculi gemelli* kiinnittyy istuinluun lateraalireunaan ja reisiluun *fossa trochantericaan* (Dyce ym. 2018).

Mediaaliset reisilihakset ovat tärkeässä roolissa lonkkanivelen toiminnassa. *Musculus sartorius* jakautuu kraniaaliseen ja kaudaaliseen osaan ja kiinnittyy suoliluun *tuber coxaeen* sekä sääriluun proksimaaliosan mediaalipuolelle. *Musculus gracilis* on ohut lihas, joka kiinnittyy *symphysis pelvinaan* ja sen aponeuroosi sulautuu yhteen *fascia cruriksen* kanssa. Näiden lisäksi *Musculus ileopsoas* ja *musculus quadriceps femoris* koukistavat lonkkaa. *Musculus adductor magnus* ja *brevis* kiinnittyvät *tendo symphysialikseen* ja reisiluun mediaaliseen *condylukseen*. *Musculus pectineus* kiinnittyy *pecten ossis pubikseen* ja reisiluun *labium medialeen*. Näiden lihasten tehtävä on lonkan koukistus, adduktio ja supinaatio (Dyce ym. 2018).

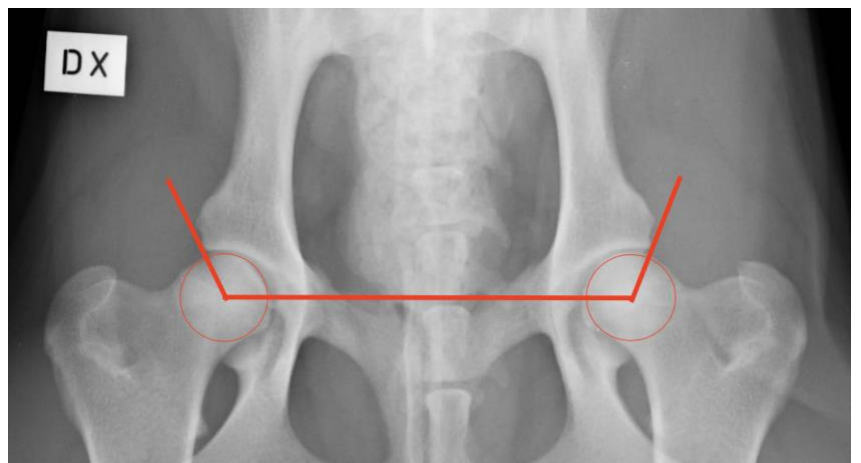
Pallonivelen rakenteesta huolimatta, suurilla eläimillä lonkkanivelen liikerata on hyvin rajoittunut, lähinnä vain ojennukseen ja koukistukseen. Märehtijöillä lonkkanivelen sagittaalinen liikerata on vallitseva, johtuen nivelensisäisistä ligamenteista ja voimakkaista sisäreiden lihaksista. Koirilla ja kissoilla lonkkanivelen liikerata on huomattavasti laajempi, mikä sallii esimerkiksi uroskoiralla jalan nostamisen virtsatessa (Kidd ym. 2016).

Nivelkapselin, reisiluun kaulan ja proksimaalisen kasvulinjan verenkierto kulkee nivelkapselin ulkopuolista kehää. Se muodostuu femoraaliarterian lateraalisesti ja mediaalisesti kiertävistä haaroista sekä kaudaalisesta gluteaalisesta arteriasta, jotka kulkevat edelleen reisiluun kaulaosaan (Dyce ym. 2018).

Terveessä lonkassa *ligamentum teres* stabiloi nivelen liikettä, pitää reisiluun pään *acetabulumin* kupissa ja estää yliojentumista ja -koukistumista (Dyce ym. 2018). Dysplasian prekliinisessä vaiheessa ligamentti voi olla hypertrofoitunut, johtuen lonkan vääränlaisesta liikkeestä ja rasituksesta. Reisiluun pään ja

acetabulumin kupin tiiviyttä voidaan arvioida lantion röntgenkuvien avulla ventrodorsaaliprojektiossa, josta voidaan mitata "Norbergin kulma" eli reisiluun päiden välisen kuvitteellisen viivan ja *labrumin* kraniaalireunan välille syntyvä kulma. Alle 105 asteen kulma indikoi reisiluun pään

siirtymää ja lonkan dysplasiaa (Kidd ym. 2016).



Kuva 1. Norbergin kulman mittaaminen.

2.2. Lonkan sairaudet

Lonkka on koiran anatomiasa iso ja keskeinen rakenne, joten siinä esiintyvät ongelmat voivat vaikuttaa elämänlaatuun huomattavasti. Lonkan sairaudet ja lonkkaan kohdistuvat traumat aiheuttavat kipua ja vaikeuttavat liikkumista. Sairauksien vakavuus vaihtelee ja hoito suunnitellaan oireiden ja ennusteen mukaan. Erilaisissa vakavissa lonkan tiloissa nivel voidaan joutua korvaamaan tekonivelellä. Vakavia lonkan sairauksia ovat esimerkiksi lonkkadysplasia, Legg-Perthes, lonkkanivelen luksaatiot, nivelrikko ja erilaiset traumaattiset tai patologiset murtumat (Welch Fossum ym. 2019).

2.2.1 Lonkkadysplasia

Lonkkadysplasia on yksi koiran yleisimmistä nivelsairauksista ja sitä esiintyy erityisesti suurilla ja jättikokoisilla roduilla. Dysplasia tarkoittaa nivelen kehityshäiriötä, joka aiheuttaa nivelen löysyyden ja johtaa nivelrikkoon (Welch Fossum ym. 2019). Sairaudelle tyypillisiä oireita nuorilla koirilla on lonkkanivelen osittainen tai täydellinen luksaatio ja vanhemmilla yksilöillä vakavuudeltaan vaihteleva nivelrikko (Welch Fossum ym. 2019). Lonkkadysplasian kehittymiseen vaikuttavat sekä geneettiset että ympäristöperäiset tekijät, mutta perinnöllisyys on ensisijainen tekijä sairauden kehittymiselle. Nopeasti kasvavilla pennuilla oikea ruokinta ja liikunta ovat myös tärkeässä asemassa luuston kehityksessä (Welch Fossum ym. 2019).

Sairaudelle tyypillistä on, että pennut syntyvät normaalein lonkin, mutta syntymän jälkeen lonkkaniveliä rakenteessa alkaa tapahtua muutoksia (Welch Fossum ym. 2019). Nopea kasvu ja liiallinen energiansaanti voivat johtaa luuston ja pehmytkudosten epätasapainoon, mikä ilmenee lonkkaniveliä löysyytenä (Foss Welch Fossum ym. 2019). Koska nivel on löysä, reisiluun pää pääsee liikkumaan lonkkamaljassa, mikä aiheuttaa vaurioita nivelrustoon, mikrofraktuuroita rustonalaiseen luuhun ja nivelen tulehdustilan eli synoviitin (Welch Fossum ym. 2019).

Vääränlainen liikunta tai toistuvat lievät traumat aiheuttavat niveleen tulehdustilan, joka johtaa lisääntyneeseen nivelnesteeseen määrään. Terveessä nivelessä pieni määrä nivelnestettä pitää nivelen tiiviinä adheesiovoimien avulla, mutta liiallinen neste tekee lonkasta epästabiilin (Welch Fossum ym. 2019). Kasvavalla koiralla tämä johtaa lonkan väärään painorasitukseen ja matalan lonkkamaljan muodostukseen. Lonkkamaljan yläreunan tulisi peittää reisiluun pästä 60 % (Welch

Fossum ym. 2019). Nivelen löysyys ja reisiluun pään osittainen irtoaminen lonkkamaljasta eli subluksaatio aiheuttavat nivelmuutoksia ja tuovat usein näkyviin ensimmäiset kliiniset oireet nuorilla koirilla (Welch Fossum ym. 2019).

Subluksaatio venyttää nivelen sidekuduskapselia ja aiheuttaa kipua ja ontumista. Koiran askeltaessa reisiluun pää liikkuu jatkuvasti dorsaalisesti pois lonkkamaljasta. Tämä johtaa *acetabulum* hohkaluun epämuodostumiseen ja muuttaa *acetabulum* nivelpintaa horisontaalisesta vertikaalisemmaksi (Welch Fossum ym. 2019). Nivelen rakenteen muutosten takia nivelen pinta-ala pienenee, minkä seurauksena painorasitus jakautuu pienemmälle alueelle. Rasitus voi aiheuttaa murtumia *acetabulum* hohkaluuhun, mikä pahentaa kipua ja ontumista (Welch Fossum ym. 2019). Fysiologisena vasteena lonkan löysyyteen tapahtuu nivelkapselin fibroplasiaa ja *acetabulum* nivelrustonalaisten hohkaluun paksuuntumista. Tämä lievittää murtumiin ja subluksaatioon liittyvää kipua, mutta ei pysty korvaamaan nivelen pienentyneitä pinta-ala. Nivelrusto kuluu ennenaikaisesti ja rustonalaisten kipusäikeet paljastuvat johtaen ontumiseen (Welch Fossum ym. 2019).

Lonkkadysplasiaa sairastavien koirien ikä jakautuu kahteen huippuun. Nuorilla koirilla dysplasia todetaan tavallisesti 3–12 kk iässä, johtuen lonkkanivelten löysyydestä ja nivelen osittaisesta sijoiltaan menosta. Kliinisessä tutkimuksessa kasvavan koiran lantion ja takajalkojen lihaksisto on heikko, seisoma-asento kapea ja kintereet yliojentuvat (Welch Fossum ym. 2019). Koirat liikkuvat usein lantioselkä kaarella ja vauhtia lisätessä raviin havaitaan takajalkojen yhtäaikainen käyttö eli pupuloikka (*bunny hop*). Tämä pienentää lonkan liikerataa ja jakaa painorasiuksen molemmille lonkkanivelille. Palpaatiossa ja manipulaatiossa havaitaan kipua jalan taaksevedossa, loitonnuksessa ja ulkokierrossa. Ortolanin testissä eli tunnusteltaessa reisiluun *trochanter majorin* liikettä liikutettaessa lonkkaniveltä, havaitaan *trochanter majorin* epänormaali liike ja lonkan löysyys (Welch Fossum ym. 2019).

Toinen huippu tavataan 2–12 vuoden iässä, kun lonkkavikaiset koirat alkavat ontua kroonisen nivelrikon kehityttyä. Etupään lihaksisto on usein hyvin kehittynyt johtuen painonsiirrosta etujaloille, mutta samaan aikaan takapäessä havaitaan lihasatrofiaa. Lonkkanivelten manipulaatiossa havaitaan pienentynyt lonkan liikelaajuus, kipua ja mahdollisesti krepitaatiota. Kipu aiheutuu nivelrikosta eli osteoartriitista (Welch Fossum ym. 2019).

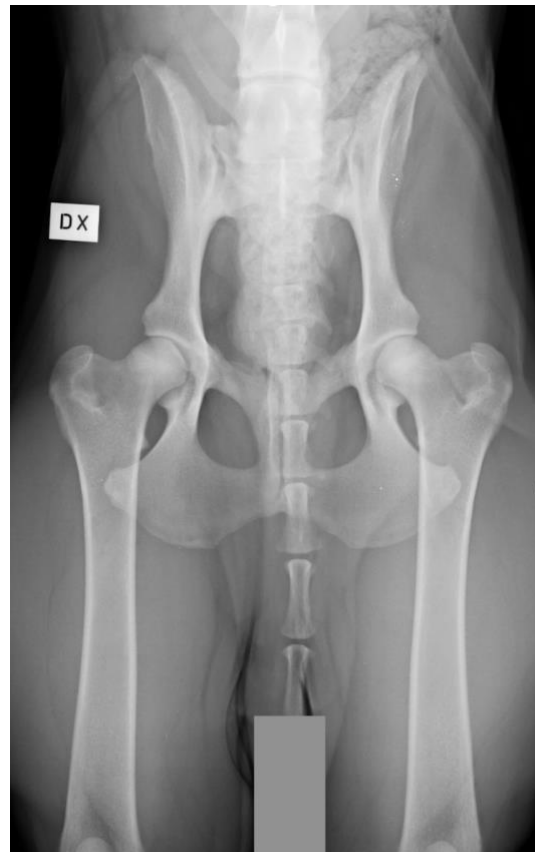
Lonkkadysplasiaa esiintyy eniten suurikokoisilla koirilla. Nuorilla lonkkavikaisilla koirilla havaitaan usein vaikeuksia nousta ylös levon jälkeen, liikkumishaluttomuutta ja vaihtelevaa tai jatkuvaa ontumista. Aikuisilla yksilöillä etenevä nivelrikko ja lonkkien kipuilu näkyy vaihtelevina oireina. Diagnoosi tehdään iän, rodun, historian, ontumatutkimuksen ja röntgenkuvauksen perusteella (Welch Fossum ym. 2019). Nuorilla koirilla ontumatutkimuksessa havaitaan yleensä kipua lonkan liikuttelussa, heikosti kehittynyt takajalkojen lihaksisto sekä Ortolanin oire, mikä kertoo lonkan löysyydestä. Ortolanin testillä ei voida ennustaa nivelrikon kehittymistä. Lonkan löysyys yleensä vähenee iän myötä nivelkapselin fibrotisoituessa (Welch Fossum ym. 2019). Vanhemmilla koirilla havaitaan kipua lonkan liikuttelussa, krepitaatiota, vähentynyttä liikelaajuutta ja takajalkojen lihasatrofiaa. Nivelen fibrotisoituminen vähentää lonkan löysyyttä (Welch Fossum ym. 2019).

2.2.1.1 Diagnostinen kuvantaminen lonkkadysplasiassa

Lonkkadysplasian diagnostiikkaa varten lantion röntgenkuvaus suoritetaan ventrodorsaaliprojektiossa takajalat venytettynä taakse ja kääntäen sisäkiertoon niin, että patellat asettuvat reisiluun keskelle (Welch Fossum ym. 2019). Kuvaus suoritetaan rauhoituksessa, jotta jalat saadaan oikeaan asentoon ilman lihasjännitystä. Stressikuvien avulla voidaan arvioida rotualttiutta dysplasiaan jo 4 kuukauden ikäisillä pennuilla. Stressikuvien otto vaatii syvän rauhoituksen, jotta lihasjännitys ei vaikuta kuviin. Kuvat otetaan lonkkien neutraalissa asennossa ja loitontamalla jalat vivun avulla standardikulmaan (Welch Fossum ym. 2019). Kuvista lasketaan rotukohtainen distraktioideksi, jonka avulla ennustetaan lonkkien löysyydestä johtuvan sekundäärisen nivelrikon todennäköisyys (Welch Fossum ym. 2019). Röntgenkuvissa havaitaan reisiluun pään subluksaatio ja väärästä painonjakautumisesta johtuvat sekundääriset nivelrikkomuutokset. Röntgenlöydökset eivät kuitenkaan aina korreloi kliinisten oireiden kanssa, sillä vakavat dysplasiaan ja nivelrikkoon viittaavat röntgenlöydökset omaava koira voi olla kliinisesti oireeton (Welch Fossum ym. 2019).



Kuva 2. Dysplastiset lonkat.
Belgianpaimenkoira, malinois 3 v.



Kuva 3. Terveet lonkat.
Belgianpaimenkoira malinois, 14 kk.

2.2.1.2 Lonkkadysplasian hoitomuodot

Lonkkadysplasiaa voidaan hoitaa konservatiivisesti tai kirurgisesti. Konservatiivisesta hoidosta hyötyvät usein nuoret koirat, koska kasvavalla koiralla on kyky luun remodeloitumiseen, jolloin esim. nivelkapselin fibrotisoituminen voi vähentää lonkan löysyyttä. Akuutissa tilanteessa nivelen tulehdus rauhoitetaan kahden viikon täyslevolla ja 1–2 viikon mittaisella tulehduskipulääkekuurilla, jonka jälkeen aloitetaan fysioterapiahoito. Konservatiivista hoitoa suositellaan ensisijaisesti myös aikuiselle koiralle, jolla sairaus on edennyt nivelrikoksi (Schultz 2013).

Kirurgisen hoidon vaihtoehdot riippuvat koiran iästä ja koosta. Alle 20 viikon ikäisille pennuille on mahdollista ehkäistä nivelrikkoa muuttamalla reisiluun pään ja lonkkamaljan asentoa leikkauksellisesti. Tämä perustuu lantion kasvulinjojen sulkeutumiseen (Kidd ym. 2016). Vanhemmille koirille vaihtoehtona on lonkkanivelen korvausleikkaus joko lonkan tekoniveleen tai reisiluun pään poisto. Reisiluun pään poiston ennuste heikkenee koiran koon kasvaessa

merkittävästi, joten suurilla ja jättiroduilla paras hoitovaihtoehto on lonkkaproteesi (Off ja Matis 2010).

2.2.1.3 Lonkkadysplasian differentiaalidiagnoosit

Useat neurologiset ja ortopediset sairaudet aiheuttavat lonkkadysplasialle tyypillisiä oireita. Nuorilla koirilla ontumista voivat aiheuttaa esimerkiksi panosteitti, osteokondroosi (OC), hypertrofinen osteodystrofia (HOD), kasvulinjamurtumat ja polven eturistisidevammat (CrCL). Vanhemmilla koirilla on tärkeä sulkea pois neurologiset sairaudet, kuten *cauda equina* ja ortopediset sairaudet, esimerkiksi polyartriitti, luun neoplasia ja eturistisiteen repeämä (Welch Fossum ym. 2019).

2.2.2 Legg-Perthes

Legg-Perthes on reisiluun pään noninflammatorista ja aseptista nekroosia aiheuttava sairaus. Sitä esiintyy pienillä, alle 10 kg painavilla koiraroduilla yleensä 6–7 kk iässä. 10–20 % koirista sairaus on bilateraallinen (Welch Fossum ym. 2019). Sairaus on perinnöllinen, mutta sen aiheuttajaksi on epäilty myös hormonaalisia tai anatomisia tekijöitä, nivelen sisäistä painetta tai reisiluun pään infarktia (Welch Fossum ym. 2019). Nuorilla eläimillä verenkierto reisiluun päähän kulkee ainoastaan epifyseaalisia suonia pitkin kasvulinjan ollessa vielä auki. Synoviitti tai pysyvästi epänormaali jalan asento voivat nostaa nivelen sisäistä painetta ja vaurioittaa epifyseaalisia suonia, jolloin verenkierto reisiluun päähän estyy kokonaan (Welch Fossum ym. 2019). Reisiluun pää nekrotisoituu ja verisuonet järjestyvät uudelleen. Verisuonten uudismuodostumisen ollessa käynnissä luu heikkenee ja normaali painonkanto voi aiheuttaa reisiluun proksimaalisen epifyysin kollapsin ja murtuman (Welch Fossum ym. 2019).

Sairaus ei ole kivulias alkuvaiheessa, joten diagnoosiin päästäessä se on usein jo edennyt nivelen inkongruenssiin ja nivelrikkoon. Sairauden oireena on tyypillisesti hitaasti alkava ontuma, joka pahenee 6–8 viikossa johtaen jopa jalan kannatteluun. Lisäksi havaitaan usein kivun aiheuttamia käytösmuutoksia, kuten ärtyneisyyttä, ruokahaluttomuutta ja kipeän lonkan alueen ihon

puremista (Welch Fossum ym. 2019). Edenneessä sairaudessa havaitaan usein kipua, krepitaatiota, rajoittunut liikerata ja takajalkojen lihasatrofiaa (Welch Fossum ym. 2019). Röntgentutkimuksessa muutokset ovat reisiluun pään ja kaulan alueella: tiheydeltään harvempia alueita reisiluun epifyysissä, reisiluun kaulan lyheneminen ja paksuuntuminen. Muutokset saadaan hyvin näkyviin ”sammakkoasennossa” takajalat koukussa (Welch Fossum ym. 2019).

Legg-Perthes eroaa lonkkaniveldysplasiasta sairauden kohderyhmän lisäksi patologisten muutosten sijainnissa. Dysplasiassa muutokset ovat aina molemmin puolin niveltä, kun Legg-Perthesissä muutokset rajoittuvat reisiluuhun. Myös reisiluun pään kasvurustomurtumat, reisiluun pään osteokondroosi (OC) ja patellaluksaatio on tärkeää sulkea pois epäiltäessä Legg-Perthesiä (Welch Fossum ym. 2019).

Konservatiivinen hoito auttaa vain pientä osaa koirista, joten Legg-Perthesin hoito on pääasiassa kirurginen (Welch Fossum ym. 2019). Kirurgisena vaihtoehtona on reisiluun pään poisto tai lonkkaproteesi. Konservatiivisessa hoidossa rajoitetaan liikuntaa ja hoidetaan kipua tulehduskipulääkkeillä (Welch Fossum ym. 2019).

2.3 Lonkan tekonivelleikkaukset eläinlääketieteessä

Tällä hetkellä markkinoilla on kaupallisia koirien ja kissojen lonkkaimplantteja sekä koiran kyynär- ja polvi-implantteja. Alun perin femoraali-implantit tehtiin ruostumattomasta teräksestä, mutta nykyaikaiset mallit valmistetaan titaaniseoksesta. Sementilliset implantit eivät kuitenkaan sovi käytettäväksi yhdessä titaaniseosten kanssa, sillä niillä on suurempi riski kulumiselle verrattuna ruostumattomasta teräksestä tai kobolttikromiseoksesta tehtyihin implantteihin (Agins ym. 1988). Implantista irtoavat partikkelit muodostavat jätettä, joka stimuloi makrofageja ja sytokiinien vapautumista, mikä johtaa luun resorptioon ja aseptiseen irtoamiseen (Goldring ym. 1983).

Koiran lonkan tekonivelet tulivat markkinoille vuonna 1974 (Hoefle 1974). Tällöin implantit olivat sementillisiä ruostumattomasta teräksestä ja polyeteenistä valmistettuja (Richards Manufacturing, Memphis, TN). Kyseinen malli oli ainoa vuoteen 1990 asti. Alkuperäiseen malliin tehtiin muutoksia (Richards II), joiden tarkoitus oli saada vähennettyä tekonivelen luksaatioiden esiintymistä, saada *acetabulumin* komponentti asennettua pysyvämmiin ja vähentää riskiä femoraalisen komponentin vaurioitumiseen asennuksen yhteydessä (Hoefle 1974).

Vuonna 1980 Lewis ja Jones tutkivat Richard II lonkkaproteesia 20 tekonivelleikkauksessa, joihin osallistui yhteensä 15 koiraa. Potilaiden toipumista seurattiin vähintään vuosi toimenpiteen jälkeen. Yleisin komplikaatio oli implantin yhden tai useamman komponentin irtoaminen. Tutkimuksessa ei saatu selville syytä implantin osien aseptiselle irtoamiselle. Tunnistettuja syitä implantin irtoamiselle olivat tulehdus, puutteellinen luukudoksen valmistelu ennen sementin laittoa, liian pieni implantti ja virhe implantin asennuksessa. Muita syitä komplikaatioille olivat femoraalikomponentin vääntyminen, proteesin varsi- ja kaulaosan murtumat ja luksaatio (Lewis ja Jones 1980).

Olmstead ym. (1983) suorittivat 221 lonkan tekonivelleikkausta viiden vuoden ajanjaksolla sementillisellä *fixed-head* femoraalikomponentilla ja polyeteenistä valmistetulla *acetabulum* kupilla. Näistä 216 tapauksesta oli kerätty tietoja potilaiden toipumisesta. 149 tapausta oli seurattu vähintään 25 viikkoa leikkauksen jälkeen. Tutkimuksessa 91 %:lla potilaista raportoitiin lonkan tyydyttävä toiminta ja omistajat raportoivat koiran aktiivisuustason noususta, lihassmassan kasvusta ja kivuttomuudesta. Heidän tutkimuksensa mukaan bilateraalista lonkkadysplasiasta kärsivistä potilaista 80 %:lla toisen lonkan tekonivelleikkaus vähensi kipua ja ontumista niin paljon, että toisen lonkan leikkaus ei ollut välttämätön. Seuranta-aikaa ei ollut raportoitu. Komplikaatioina raportoitiin luksaatio, tulehdus, *acetabulum* implantin aseptinen irtoaminen ja murtumat reisiluussa sekä issias hermon aksoneiden toimintahäiriö. Komplikaatioiden osuus leikkauksista oli 20 %, joista 58 % saavutti lopulta toivotun lopputuloksen (Olmstead ym. 1983).

Vuonna 1990 markkinoille tuli BioMedtrix CFX[®] system (BioMedtrix, Boonton, NJ) sementillinen implantti ja kiinnityssarja. Suurin uudistus oli kaksiosainen femoraaliosa, jossa oli lukitusmekanismilla toisiinsa kiinnittyvät varsi ja nuppi. Eri pituiset varret pystyttiin yhdistämään eri kokosiin nuppeihin, jolloin implantille saatiin parempi istuvuus (Olmstead 1995). Alkuperäinen CFX-femoraalivarsi oli tehty titaaniseoksesta ja sitä oli markkinoilla viidessä eri koossa. Reisiluun päälle implanttia oli tarjolla kolmessa eri koossa. Olmsteadin (1995) tutkimuksessa käytettiin kyseistä implanttia 52 lonkan tekonivelleikkauksessa, joissa seuranta-aika oli keksimääriin 6 kuukautta (2–15 kk). Tutkimuksessa havaittiin kaksi komplikaatiota, jotka olivat luksaatio ja virtsaputken kompressiota aiheuttanut iatrogeeninen lantionsisäinen hematooma. Molemmat komplikaatiot vaativat kirurgisen korjauksen (Olmstead 1995).

Vuonna 2004 Liska julkaisi tutkimuksen 730 lonkan tekonivelleikkauksesta sementillisellä *BioMedtrix CFX* miniproteesilla. Keskimääräinen seuranta-aika oli 3,9 vuotta. Komplikaatioina havaittiin kraniodorsaalaisia ja ventraalisia luksaatioita, infektiota, aseptista irtoamista, reisiluun murtumia, issiashermon neuropraksiaa, keuhkoembolismia, granulooma, luun ulkopuolisen sementin aiheuttama granulooma, medullan infarkti ja osteosarkooma. 96 % tapauksista tekonivelleikkaus oli onnistunut (Liska 2004).

Skurla ym. (2005) tutki aseptista irtoamista 38 lonkan tekonivelleikkauksessa yhteensä 29 koiralla. Implantin asennuksesta kulunut aika vaihteli kahdeksan kuukauden ja 11 vuoden välillä ja kaikki potilaat tutkittiin kuoleman jälkeen. Yhdeksällä potilaalla femoraaliosa oli täysin irti ja 15 mekaanisesti irroitettavissa. Yhteensä 63,2 %:lla implantti oli irti. Varren irtoamista tapahtui useammin sementin ja implantin rajapinnalla kuin sementin ja luun välillä. Irtoamisessa ei havaittu merkittäviä eroja lyhytaikaisten (alle 3 vuotta) tai pitkäaikaisten implanttien välillä. Edwards ym. (1997) tutki myös aseptista irtoamista 11 lonkan tekonivelleikkauksessa kymmenellä koiralla, joissa keskimääräinen implantin irtoaminen tapahtui 30 kuukautta postoperatiivisesti. Tutkimuksessa todettiin, että irtoamista tapahtui huomattavasti yleisemmin tilanteissa, joissa femoraaliosan pää oli kontaktissa kortikaaliseen *endosteumiin*, verrattuna tilanteisiin, jossa kontaktia ei ollut.

Sementittömiä tekoniveltekniikoita on kehitetty, jotta sementin aiheuttamia komplikaatioita, tulehduksia ja aseptista irtoamista pystyttäisiin välttämään (DeYoung ym. 1992, Marcellin-Little ym. 1999). *PCA Canine Total Hip system* (Howmedica, Mahwah, NJ) implanttia pidetään Biometrix BFX® edeltäjänä, vaikka se ei päätynyt eläinlääketieteessä kaupallisille markkinoille (DeYoung ym. 1992). PCA-proteesin femoraaliosa oli kobolttikromiseosta, jonka varren proksimaalinen kolmasosa oli pinnoitettu (*porous-coated*) ja sitä oli saatavilla neljää kokoa. Proteesin reisiluun pää osaan yhdistettävä kaulaosa oli saatavilla kahta kokoa ja kokonaisuus voitiin koota potilaan anatomian mukaan. *Acetabulum*in osa oli kobolttikromiseosta *porous-coated* rakenteella, jonka liukupinta on tehty polyetyleenistä. *Acetabulum*in kuppia oli myös saatavilla kahdessa eri koossa. Sekä femoraali- että *acetabulum*osa käyttivät *press-fit* tekniikkaa ja osseointegraatiota. Kokeilevassa tutkimuksessa tehtiin yhteensä 100 lonkkaproteesia, joiden onnistumisprosentti oli 98. Tutkimuksessa raportoitiin kuusi komplikaatiota, joista kolme oli luksaatioita, kaksi reisiluun

fissuraa ja *acetabulum*in kupin irtoaminen virheellisen asettelun takia. Kahdessa tapauksessa implantti jouduttiin lopulta poistamaan kokonaan (Marcellin-Little 1999).

Zürich Cementless Total Hip Replacement system (Kyon, Zurich, Sveitsi) julkaistiin 1990-luvun lopulla (Guerrero ja Montavon 2009). Tässä systeemissä femoraalikomponentit ja kuppi on tehty titaanista ja titaaniseoksesta, mutta uusimmissa proteeseissa varren ja *acetabulum*in kupin materiaali on pinnoitettu hydroksiapatiitilla, mikä edistää luun nopeaa integroitumista. *Acetabulum*in liukupinta oli aiemmin polyeteeniä (*ultrahigh molecular weight polyethylene, UHMWPE*), mutta nykyään käytössä on PEEK polymeerimuovi, jota voidaan vahvistaa hiilikuitukomponentilla (CFR-PEEK) (Kyon 2021).

Femoraalivarsi ankkuroidaan femurin mediaaliseen *cortexiin* lukkiutuvilla ruuveilla. Lukkiutuvien ruuvien tarkoitus on estää implantin painumisesta johtuvia komplikaatioita sekä mikroliikettä luun ja implantin välisellä pinnalla. Lukkiutuvia ruuveja (*locking screws*) käytetään reisiluun varren implantin välittömään kiinnitykseen ja implantti kiinnittyy lopullisesti osseointegraation avulla (Guerrero ja Montavon 2009). *Acetabulum*in kupissa käytetään *press-fit* tekniikkaa, joka kiinnittää implantin välittömästi luuhun, mutta lopullinen kiinnittyminen ja stabiilius saadaan aikaan osseointegraation avulla (Lauer ym. 2009). *Acetabulum*in kupin reiällinen ulkopinta on titaania ja läpipääsemätön sisäosa polyeteeniä. Kahden eri materiaalin yhdistämisellä nopeutetaan osseointegraatiota titaanikuoren ja lonkkaluun välillä (Guerrero ja Montavon 2009).

Useita kliinisiä ja kokeellisia tutkimuksia on tehty humaanilääketieteessä implanttien stabiliteetista, mutta eläinlääketieteessä kirjallisuus on melko vähäistä. Anatomisten ja biomekaanisten erojen sekä eliniänodotteen takia humaanitutkimuksista saatuja tutkimustuloksia ei voida suoraan hyödyntää eläinlääketieteessä (Franklin ym. 2012). Lisäksi kuntoutusprosessi toimenpiteen jälkeen eroaa suuresti ihmisten ja koirien välillä. Useimmat tutkimukset ovat olleet valmistajan testiraportteja, jolloin niiden kriittinen arvointi ei ole ollut mahdollista.

Nivelen korjausleikkauksessa tärkeitä mekaanisia tekijöitä ovat implantin geometria ja materiaali nivelpintaa vasten sekä implantin materiaali luuhun osuvalla pinnalla (Hallab ym. 2004; Pruitt ja Chakravartula 2011). Suurimmassa osassa nivelimplantteja käytetään tukipinnan materiaalina polyeteeniä ja titaaniseosta tai kobolttikromiseosta implantin pintaosassa. Metalliosat kiinnitetään usein joko sementillä (*polymethylmethacrylate, PMMA*) tai käyttäen *press-fit* menetelmää, jossa

huokoinen materiaali integroituu luun kanssa (Charnley ym. 2000, Eldridge ja Learmonth 2000; Buechel ja Pappas 2011).

2.3.1 Sementilliset ja sementittömät implantit

Luun ja implantin kiinnittyminen toisiinsa vaihtelee riippuen implantin tyypistä. Sementillisessä mallissa komponentti ja luu ovat optimitilanteessa täysin kiinnittyneinä toisiinsa välittömästi sementin kovetuttua. Sementillisessä mallissa luun pintaa tehdään epätasaiseksi, jotta sementti ja implantti saadaan kiinnitettyä tukevasti. Sementittömässä mallissa tarkoituksena on saada tasainen ja hankaamaton rajapinta luun ja implantin väliin. Sementittömässä tekniikassa hyödynnetään kompressiivisia voimia, jolloin implantti painetaan luuhun ja myöhemmin tapahtuvan osseointegraation avulla komponentti saadaan stabiiliksi. Sementittömän implantin etuja on lyhyempi leikkausaika ja pienempi infektioriski kuin sementillisissä implanteissa (Kidd ym. 2016).

Tekonivelleikkauksessa on tärkeää saada siirrettyä liikkumisesta aiheutuva paine implantista luuhun niiden rajapinnassa, sillä implantin liika kuormitus voi johtaa luureaktioon (*stress shielding*) ja implantin löystymiseen. Painonsiirto vaatii implantilta äärimmäistä kestävyyttä, jolloin implantin ja luun rajapinta on useimmiten proteesin kriittisin kohta (Hallab ym. 2004; Pruitt ja Chakravartula 2011). Implantin ominaisuudet, kuten jäykkyys, muoto ja pintamateriaali sekä implantin ja luun rajapinnan mekaniikka vaikuttavat tärkeimpinä tekijöinä nivelen stabiiliuteen (Beksac ym. 2006).

Modernit sementilliset tekniikat parantavat implantin stabiiliutta välittömästi verrattuna sementittömiin, joissa luun osseointegraatio vie aikaa (Ota ym. 2005, Schulz 2000). Implanttien pintaa on esimerkiksi muokattu karhentamalla ja pinnoittamalla ne polymetyylimetakrylaatilla (Clayton ym. 2007). Sementillisessä systeemissä *acetabulum*in kuppi on tehty polyeteenistä, jonka ulkopinnalla on uurteita implantin ja sementin välisen pinta-alan maksimoimiseksi (Shields ym. 2002; Dearmin ja Schulz 2004). Sementti ei tartu luuhun, vaan toimii kohesiivisena kiinnittäjänä, jolloin implantin ja sementin väliseen lujuteen vaikuttaa luun epätasaisuus ja sementin kyky penetroitua luun väleihin (Schulz 2000). Antibioottien lisääminen sementtiin on arvioitu hyödylliseksi useissa tutkimuksissa, vaikka se mahdollisesti heikentää sementin mekaanisia ominaisuuksia (Weisman ym. 2000).

2.4 Lonkan tekonivelleikkaus

Lonkkanivelen täydellinen korvaus implantilla (*Total hip replacement*, THR) on laajasti hyväksytty hoitomuoto sekä ihmisten että koirien ortopediassa. Se on tehokas hoitomuoto lonkan vakavissa patologisissa tiloissa, kuten vakavassa nivelrikossa, juveniilissa lonkkien löysyydessä, kroonisessa luksaatiossa sekä nekrotisoivassa reisiluun pään murtumassa (Kidd ym. 2016). Kliinisestä menestyksestä huolimatta toimenpiteeseen liittyy lukuisia, sekä peri- että postoperatiivisia komplikaatioita. Infektiot, implanttien aseptinen löystyminen, lonkkanivelen luksaatio, reisiluun murtumat, lonkan alueen hermovauriot, *acetabulum*in kupin liikkuminen, implantin hajoaminen ja keuhkoembolismi ovat kaikki raportoituja komplikaatioita (Kidd ym. 2016).

2.4.1 Indikaatiot ja vasta-aiheet

Leikkauksen yleisin tavoite on lievittää lonkkadysplasian seurauksena aiheutunutta sekundaarista osteoartriittia (Olmstead ym. 1983; Marcellin-Little ym. 1999; Guerrero and Montavon 2009). Syy nonseptiselle osteoartriitille voi olla traumaattinen, kehityksellinen, hankittu tai idiopaattinen. Eläimet, joiden lonkkanivelessä on osteoartriittia, ovat mahdollisesti sopivia lonkan tekonivelleikkaukselle riippumatta kliinisistä oireista. Leikkausta voidaan lykätä, jos eläin on ihannepainoinen ja kivunhallinta riittävää. Vastaavasti hyvin kivulias potilas tulisi leikata mahdollisimman pian (Mawby ym. 2004).

Suurilla koirilla lonkkadysplasian aiheuttama osteoartriitti on yleisin indikaatio lonkan tekonivelleikkaukselle. Myös pienillä koirilla ja kissoilla leikkaus on indikoitu samasta syystä, mutta lisäksi myös muiden ongelmien, kuten lonkkaluksaation, avaskulaarisen nekroosin tai reisiluun pään kasvulinjan murtumien takia. Liskan (2010) tutkimukseen osallistui 66 pientä koiraa. Leikkauksen syy oli 15 koiralla lonkkaluksaatio (23 %), 17 avaskulaarinen nekroosi (26 %) ja 11 reisiluun pään kasvulinjan murtumat (17 %).

Potilaan iällä on tärkeä merkitys ajatellen fysiologiaa ja lonkkadysplasian astetta. Ennen leikkausta tulisi odottaa, että *acetabulum*in kasvulinjat ovat sulkeutuneet. Reisiluun pään kasvulinjan sulkeutumisella ei ole havaittu olevan suurta merkitystä leikkauksen ajankohtaan. Distaalisella reisiluun kasvulinjalla ei ole leikkauksen kannalta merkitystä, koska se säilyy koskemattomana

femoraalikanavan valmistelussa. Reisiluun *trochanter majorin* kasvulinja ei tarvitse olla täysin sulkeutunut ennen leikkausta, mutta vajaavaisesti sulkeutuneella kasvulinjalla on suurempi riski murtua leikkauksen aikana, jolloin sen korjaaminen vaatii paikoilleenasettamisen ja stabiloinnin (Peck ym 2013).

Leikkauksen ajoitukselle on tärkeää tietää potilaan lonkkadysplasian vakavuusaste 5 ja 12 kk iässä. Nuorilla koirilla, joilla havaitaan lonkkanivelen subluksaatio tai kehityksellinen luksaatio, on usein hyödyllistä tehdä leikkaus mahdollisimman ajoissa, kuin odottaa oireiden pahentuvan (Hayes ym. 2011). Krooninen lonkkadysplasia voi aiheuttaa morfologisia muutoksia niveleen, jolloin leikkaus on teknisesti entistä haastavampi. Tällaisia muutoksia voivat olla esimerkiksi luksaatio, *acetabulolumin* hypoplasia, *acetabulumin* dorsaalisen reunan kuluminen, erilaiset muutokset reisiluussa ja lihasatrofia. Lihasatrofia ja lihaksen supistuminen vaikeuttavat proteesin kiinnittämistä ja kasvattavat riskiä leikkauksen jälkeiselle luksaatiolle (Hayes ym. 2011). Vezzonin ym. (2013) mukaan leikkaus suoritetaan mieluiten kasvun lopussa tai kasvun loputtua, jotta saadaan asennettua aikuisen koiran painon kestävä proteesi.

Lonkan tekonivelen tarvitsevilla potilailla on tyypillisesti myös muita ortopedisia ja neurologisia ongelmia tai sairauksia (Peck ym. 2013). Nämä saattavat pahentaa lonkkadysplasian oireita ja johtaa sairauden virheelliseen vakavuusluokitteluun. Esimerkiksi degeneratiivinen myelopatia ja lumbosakraaliset sairaudet voivat aiheuttaa samantyyppisiä oireita, kuin vakava bilateraallinen lonkkadysplasia. Leikkauksen suunnittelussa onkin tärkeää tehdä kliinisen yleistutkimuksen lisäksi huolellinen neurologinen tutkimus (Peck ym. 2013). Neurologisten tai muiden ortopedisten sairauksien takia voidaan joutua lykkäämään lonkkaproteesileikkausta. Esimerkiksi mediaalinen patellaluksaatio tai eturistisiteen repeämä (*cranial crucial ligament, CrCL*) ovat yleisiä löydöksiä lonkkien sairauksien kanssa. Kissoilla mediaalinen patellaluksaatio ja lonkkadysplasia on eräässä tutkimuksessa havaittu korreloivan keskenään (Smith ym. 1999). Mikäli epäillään sekä polven että lonkan patologiaa, on pystyttävä paikantamaan ontumisen ja/tai kivun lähde. Jos molemmat nivelet oireilevat, priorisoidaan yleensä polvi ensimmäiseksi (Smith ym. 1999).

Edullisempi vaihtoehto lonkan tekonivelleikkaukselle on reisiluun pään poisto (FHO, *femoral head ostectomy*), mutta se ei aina takaa siedettävää kiputilaa ja jalan toimintaa (Off and Matis 2010). Se

myös aiheuttaa takajalkojen pituuseron ja vaatii pitkän kuntoutusjakson leikkauksen jälkeen. Isoille ja jättiroduille reisiluun pään poiston ennuste jalan toiminnalle on huono (Liska ym. 2009).

Ortopedisten potilaiden kohdalla on myös tärkeää poissulkea vakavat tai henkeäuhkaavat tilat ja systeemisairaudet. Hoitoepätasapainossa oleva bakterielli dermatiitti, neoplasia, koagulopatia sekä sydän-, maksa- ja munuaissairaudet täytyy huomioida, sillä ne voivat aiheuttaa merkittävän riskin leikkauspotilaalle. Eryteisesti heikentynyt immuunipuolustus, diabetes mellitus, hyperadrenokortisismi sekä yleistynyt immunovälitteinen polyartropatia kasvattavat riskiä THR-potilaalla (Peck ym. 2013).

Ehdoton kontraindikaatio lonkan tekonivelleikkaukselle on septinen artriitti. Jos potilaalla on yleistynyt tai leikattavan jalan alueella oleva dermatiitti, ulkokorvan tulehdus, virtsatieinfektio tai hammassairaus, tulisi nämä hoitaa ennen leikkausta. Kasvainsairauksissa sädehoito voi vahingoittaa sementitöntä proteesia, joten tällaisessa tilanteessa on usein indikoitua käyttää sementillistä proteesia. Sementitön proteesi tulisi suojata säteilyltä vähintään kaksi viikkoa implantaation jälkeen, jotta osseointegraatiota ehtii tapahtua (Sumner ym. 1990).

2.4.2 Lonkan tekonivelleikkauksen kulku

Potilas asetetaan kyljelleen leikkauspöydälle leikattava jalka ylöspäin. Ihoviilto keskitetään reisiluun *trochanter majorin* tasolle ja jatketaan reisiluun kaulan kraniaalisen reunan yli. Viilto jatkuu distaalisesti $1/3$ - $1/2$ reisiluun pituudesta ja proksimaalisesti se kääntyy kaudaalisuuntaan reisiluun *trochanterin* yli kohti hännän tyveä. THR-leikkauksessa kaudaalinen suunta helpottaa reisiluun pään valmistelua implanttia varten. Iho irroitellaan ihonalaiskudoksesta ja samalla sitä venytetään. Tehdään viilto *fascia lataen* pinnalliseen osaan *musculus biceps femoriksen* kraniaalireunaa pitkin. *Musculus biceps femorista* venytetään kaudaalisuuntaan, jotta voidaan viiltää *fascia lataen* syvä osa ja irroitetaan *musculus tensor fascia latae* insertiokohdastaan. Viiltoa jatketaan proksimaalisesti *musculus gluteus superficialiksen* ja *musculus fascia lataen* välistä (Johnson 2014).

Fascia latae ja *musculus tensor fascia latae* venytetään kraniaalisesti ja *musculus biceps femoris* kaudaalisesti viiltoon nähden. Dissekoidaan tylpästi ja erotellaan kudoksia reisiluun kaulaa pitkin,

jotta saadaan näkyvä, jonka dorsaaliosan muodostaa keskimmäinen ja syvä pakaralihas (*musculus gluteus*), lateraalisesti *musculus vastus lateralis* ja mediaalisesti *musculus rectus femoris*.

Nivelkapselin ympäröivä sidekudos dissekoidaan tylopästi pois tieltä, jonka jälkeen tehdään viilto nivelkapseliin jatkaen viiltoa lateraalisesti reisiluun kaulaa pitkin *musculus vastus lateralis* kiinnityskohtaan asti reisiluun kaulan ja *trochanter minorin* kohdalla. Näkyvyyttä voidaan parantaa katkaisemalla osa *gluteal tendonista* läheltä *trochanteria* niin, että luuhun jää tarpeeksi jännettä kiinni jänteen takaisinompelua varten. Pakaralihas halkaistaan proksimaalisesti lihassäikeiden suuntaisesti, jotta lihas pystytään levittämään (Johnson 2014).

Musculus vastus lateralis origo nostetaan ylöspäin reisiluun kaulasta ja siirretään distaalisuuntaan. Lihas vapautuu helpoiten, kun lihasta lähestytään distaalisuunnasta kohti proksimaaliosaa. Lihaksen irroitus voidaan tehdä luukalvon alaisesti kasvavilla pennuilla ja luukalvon päältä aikuisilla koirilla. Hohmannin levittimet asetetaan intrakapsulaarisesti reisiluun kaulan ventraali- ja kaudaalipuolelle, jotta saadaan näkyvyys reisiluun päähän. On tärkeää, että kaudaalinen levitin ei vaurioita syvän pakaralihaksen kaudodorsaalipinnalla kulkevaa iskiashermaa (Johnson 2014).

2.4.2.1 Implantin asennus

Acetabulum täytyy olla kokonaan näkyvillä, jotta luun valmistelu implanttia varten voidaan tehdä. Samanaikaisesti vedetään reisiluuta kaudoventraalisuuntaan, jolloin voidaan poistaa reisiluun pää ja -kaulaosa. *Acetabulum*in ulompi kuppi implantoidaan 40–45 asteen kulmassa lateraaliseen avaukseen ja 15–20 astetta retroversioon. Kupin asennossa tulee ottaa huomioon rotukohtaiset erot lantion muodossa ja suunnata kuppi *acetabulum*in keskelle (Lanz ym. 2021). Reisiluu valmistellaan implanttia varten. Ennen varsiosan asettamista reisiluuhun, täytyy varmistaa, että kaulaosan osteotomiakohdan ja kupin välillä on liikkumavaraa. Jos etäisyys on alle 2 cm, täytyy reisiluun osteotomiaa jatkaa distaalisesti. Reisiluun pää- ja kaulaosa yhdistetään toisiinsa ennen kiinnittämistä kuppiin. Reisiluuta vedetään lateraalisesti ja distaalisesti ja implantin pääosa ohjataan kuppiin. Pienen haavanlevittimen (Hohmann) avulla estetään pehmytkudosten jääminen proteesin osien väliin asettaessa implantin osia paikoilleen. Proteesin stabiliteetti testataan ennen sulkua (Lanz ym. 2021).

2.4.2.2 Haavan sulku

Leikkaushaavan sulku aloitetaan 1–2 patjaompeleella syvän pakaralihaksen jänteen kohdalle. *Musculus vastus lateralis*en origo ommellaan syvän pakaralihaksen kraniaalireunaan. *Musculus fascia latae*n insertiokohtaan tehdään jatkuvaa ommelta distaalisesti ja jatketaan edelleen proksimaalisesti pinnallisen pakaralihaksen kraniaalireunaa pitkin. *Fascia latae*n distaalinen pinnallinen osa ja proksimaalinen pakaralihaksen faskia suljetaan *musculus biceps femoris*en kraniaalireunaan jatkuvilla ompeleilla. Loput viillot suljetaan normaalisti kerroksittain. Röntgenkuvauksella tarkastetaan implantin oikea asento heti leikkauksen jälkeen ja tarvittaessa uudelleen sairaalassaoloaikana (Johnson 2014).

2.5 Lonkan tekonivelleikkauksen komplikaatiot

Komplikaatioiden syntyyn vaikuttavat useat eri tekijät, jotka ovat riippuvaisia potilaasta, kirurgista, ympäristötekijöistä tai näiden yhdistelmästä. Johnsonin tutkimuksessa (2021) selvitettiin kirurgin osuutta komplikaatioihin. Tutkimuksen mukaan 90 % onnistumistasoon vaadittiin 44 leikkausta, jolloin ensimmäisten leikkausten komplikaatioaste oli korkeampi (Johnson 2021).

2.5.1 Pehmytkudoskomplikaatiot

2.5.1.1 Verenvuoto

Verisuonivaurioiden esiintyminen lonkan tekonivelleikkauksissa on merkittävän alhainen (Abdel ym. 2017). Lonkan alueella on suuria verisuonia, mikä tulee huomioida avattaessa niveltä ja kohotettaessa lihaksia. Yleisimmin verisuoni vaurioituu penetraation tai laseraation seurauksena (Abdel ym. 2017). Vuotavat suonet voidaan ligatoida tai polttaa riippuen niiden koosta. Suurilla koirilla ligatointi on usein tarpeen, mutta pienillä koirilla suonien polttaminen voi olla riittävä keino. Sementin pursottaminen ja polton liiallinen käyttö voivat altistaa verisuonten seinämän vaurioille. Jos verenvuoto on runsasta, voi potilas tarvita verensiirron (Abdel ym. 2017).

2.5.1.2 Infektiot

Lonkan tekonivelleikkauksen onnistumiselle suurin uhka on nivelen infektio, jonka aiheuttaa usein *Staphylococcus* tai *Streptococcus* -bakteerit (Abdel ym. 2017). Infektioiden ehkäisemiseksi krooniset iho- ja korvatulehdukset hoidetaan kuntoon ennen proteesileikkausta ja potilaiden antibioottiresistenssistatus määritetään. Infektioita pyritään ehkäisemään myös profylaktisella antibiootilla ennen leikkausta ja säännöllisin välein leikkauksen aikana. Suurin osa paikallisista infektioista paranee 7–10 päivän antibioottikuurilla (kefaleksiini 22–30 mg/kg TID) (Garnett ja Daye 2014). Nivelen infektio aiheuttaa usein proteesin liikkumisen pois paikoiltaan, jonka seurauksena proteesi joudutaan poistamaan uusintaleikkauksessa (Garnett ja Daye 2014).

Infektioiden ehkäisyyn voidaan vaikuttaa leikkaustekniikan parantamisella, leikkaussaliympäristön hygienialla, leikkausalueen puhdistuksella ja leikkauksen jälkeisellä haavan ja ihon hoidolla (Abdel ym. 2017). Infektioille altistavat tekijät voivat olla potilas- tai sairaalakohtaisia, esimerkiksi antibioottiresistenssi ja ylipaino lisäävät infektioriskiä (Abdel ym. 2017).

2.5.1.3 Lievät komplikaatiot

Lieviksi komplikaatioiksi lasketaan komplikaatiot, jotka paranevat itsestään ilman kirurgista tai lääkkeellistä hoitoa (Cook ym. 2010). Mustelmat, kuumotus, punoitus, turvotus, haavan aukeaminen, seroomat, kudosten erityyppinen ja haavaa suojaavien taitosten aiheuttama ärsytys

lasketaan lieviksi komplikaatioiksi. Lievien komplikaatioiden määrän arvioimista hankaloittaa usein niiden puuttellinen raportointi (Cook ym. 2010).

2.5.2 Luisten rakenteiden komplikaatiot

Sementittömissä proteeseissa intraoperatiiviset murtumat ovat tavallisempia kuin sementillisten proteesien asennuksessa. Murtumien syntyyn vaikuttaa myös potilaan luiden kunto (Abdel ym. 2017). Pitkälle edenneessä nivelrikossa murtumien mahdollisuus tulee ottaa erityisesti huomioon, sillä luun rakenne on muuttunut ja se on hauraampaa (Abdel ym. 2017).

Reisiluun murtuma voi syntyä intraoperatiivisesti tai lyhyen tai pitkän ajan kuluttua leikkauksesta. Murtumille altistavia tekijöitä ovat mm. osteolyysi ja aseptinen irtoaminen (Abdel ym. 2017).

2.5.3 Tekonivelimplanttien komplikaatiot

2.5.3.1 Implanttien irtoaminen

Aseptinen irtoaminen on yksi yleisimmistä lonkan tekonivelleikkauksen komplikaatioista. Irtoaminen voi tapahtua missä tahansa komponentin osissa (Abdel ym. 2017). Aseptinen irtoaminen altistaa mm. murtumille. Aseptinen irtoaminen on tyypillistä sementillisissä proteeseissa ja huono luun laatu lisää riskiä (Abdel ym. 2017). Implantin irtoaminen voi aiheutua myös nivelen infektoitumisen seurauksena, jolloin yleensä hoitona on uusintaleikkaus ja proteesin poisto (Abdel ym. 2017).

2.5.3.2 Implanttien ja proteesin murtuminen

Implantin hajoaminen voi johtua implantin mallista tai materiaalista, leikkaustekniikasta tai potilaan ominaisuuksista. Implantit voivat murtua tai taipua leikkauksen jälkeen, jos liian raju liikunta aloitetaan liian aikaisin tai implantit ovat väärän kokoiset suhteessa potilaan painoon (Abdel ym. 2017).

Koirilla implanttien pitäisi kestää koko eliniän ottaen huomioon tekonivelten hyvä kestävyys ihmisillä, joilla eliniän odote on huomattavasti korkeampi. Implanttien kuppi-, pää- ja varsiosia on useilla kaupallisilla yhtiöillä tarjolla useita kokoja, mikä mahdollistaa sopivan yhdistelmän löytämisen eri kokoisille koirille (Abdel ym. 2017).

*Acetabulum*in kupin hajoaminen on harvinaista, mutta sitä on kuvailtu kirjallisuudessa ihmisillä sementillisissä kupeissa vakavan kuluman ja osteolyysin kanssa (Abdel ym. 2017). Femoraali-implantin murtumia havaitaan tilanteissa, joissa proksimaalinen reisiluun tukipinta on liian vähäinen, jolloin reisiluun implantti taipuu (Abdel ym. 2017).

2.5.3.3 Luksaatio

Coxofemoraalinivelen luksaatio lonkan tekonivelleikkauksen jälkeen on yleisin lyhyen ajan komplikaatio ja sen syntyyn vaikuttavat monet tekijät. Luksaatioiden määrä vaihtelee 4–15 % välillä (Lanz ym. 2021). Isoilla ja jättitrotuisilla koirilla luksaatio on yleinen komplikaatio ja vaatii useimmiten uusintaleikkauksen. Potilaan asettelu postoperatiivisiin röntgenkuviin, *acetabulum*in kupin oikea asento ja proteesin varsiosan riittävä anteversio sekä reisiluun pään- ja varsi-implanttien oikeat mittasuhteet vaikuttavat merkittävästi leikkauksen onnistumiseen ja luksaatioiden esiintymiseen (Guerrero ja Montavon, 2009). Rotu, ruumiinrakenne ja nivelen liikelaajuus sekä eläimen aktiivisuus voivat myös vaikuttaa luksaation esiintymiseen (Guerrero ja Montavon, 2009).

Proteesin luksaatiota tapahtuu sekä ventraali- että dorsaalisuuntaan. Guerreron ja Montavonin (2009) tutkimuksessa ventraaliset luksaatiot tapahtuivat manipuloitaessa jalkaa yleisanestesiassa tai otettaessa postoperatiivisia röntgenkuvia. Jos *acetabulum*in kuppi ja reisiluun pään implantti istuvat toisiinsa huonosti, koiran liikkuaessa implantti kampeutuu pikkuhiljaa pois kupista ja lisää riskiä myöhemmin tapahtuvalle luksaatiolle. Nuorilla koirilla riski luksaatioon on suurempi kuin nilverikkomuutoksista kärsivillä vanhemmilla koirilla, sillä nuorilla yksilöillä lonkkanivelen liikkuvuus on suurempi (Guerrero ja Montavon, 2009).

2.6 Komplikaatioiden ilmenemiseen vaikuttavat tekijät

Komplikaatioiden ilmenemiseen vaikuttaa mm. kirurgin kokemus tekonivelleikkauksista. Suuressa osassa tutkimuksista leikkauksia ovat tehneet kirurgit, joilla on jo ennestään kokemusta tekonivelleikkauksista. Franklin ym. (2021) tutki komplikaatioiden esiintymistä tilanteessa, jossa yksittäinen kirurgi, jolla oli kokemusta muista tekonivelleikkauksista, teki ensimmäisiä lonkan tekonivelleikkauksia. Tutkimukseen sisällytettiin kirurgin ensimmäiset 21 lonkan

tekonivelleikkausta. Tutkimuksessa käytettiin *Zürich total hip replacement system* - lonkkaproteeseja ja keskimääräinen seuranta-aika oli 48 viikkoa (8–120 viikkoa). Tutkimuksessa todettiin kaksi merkittävää komplikaatiota ja yksi lievä komplikaatio, joka ei vaatinut hoitoa. Merkittävänä komplikaationa todettiin luksaatio ja lisääntynyt reisiluun sisäänpäinkiertyminen painonkannon yhteydessä. Lievänä komplikaationa todettiin levyn yhteydessä reisiluun murtuma, joka pysyi levyn avulla paikoillaan eikä vaatinut hoitoa (Franklin ym. 2021).

Johnsonin (2021) tutkimuksen mukaan yli 90 % onnistumiseen lonkan tekonivelleikkauksissa vaaditaan kirurgilta 44 kyseistä leikkausta. Tätä aiemmin tehdyissä leikkauksissa komplikaatioaste on suurempi. Johnsonin (2021) tutkimuksessa korostetaan lonkan tekonivelleikkausten vähyyttä verrattuna ihmisillä tehtäviin vastaaviin operaatioihin, joita tehdään Iso-Britanniassa vuosittain tuhatkertainen määrä. Eläinlääketieteessä suuri haaste on potilaiden vähäinen määrä, jolloin leikkauksia tehdään harvoin ja harjoitusmateriaalia kirurgeille ei juurikaan ole (Johnson 2021).

2.6.1 Signalementti ja esitiedot

Suurin osa lonkan tekonivelleikkauspotilaista on nuoria perusterveitä koiria. Anestesia- ja leikkauksien riskiä nostavat ylipaino ja monet perussairaudet. Tekonivelleikkauksessa infektiot ovat suuri riski ja voivat johtaa nivelen infektioon ja asennetun proteesin poistamiseen. Tästä syystä on erittäin tärkeää, että tekonivelleikkaukseen tulevalla potilaalla ei ole akuutteja tai kroonisia iho- tai hammassairauksia tai tulehduksia (Johnson 2021).

2.6.1.2 Leikkausta edeltävät tutkimukset

Ennen lonkan tekonivelleikkausta Yliopistollisessa eläinsairaalassa, potilaat tulevat tarkastuskäynnille, jolloin tarkastetaan potilaan yleisvointi ja kunto ja seulotaan mahdolliset piilevät ja aktiiviset tulehdukset. Lisäksi otetaan viljelynäytteet resistenttien bakteerien (MRSA, MRSP, ESBL) kartoittamiseksi. Huonossa kunnossa olevat hampaat ja esimerkiksi korva- ja ihotulehdukset pyritään hoitamaan ennen tekonivelleikkausta, jotta minimoidaan riskit infektoiden leviämiseksi.

Antibioottiresistenteillä potilailla riski tulehduksen aiheuttamiin komplikaatioihin on huomattavan korkea verrattuna resistenttömiin potilaisiin. Antibioottiresistien bakteerien suhteen positiivisilla

potilailla tulehdusten hoitaminen on vaikeaa, sillä useimmat normaalisti käytössä olevat mikrobilääkkeet eivät tehoa resistentteihin bakteereihin. Infektio voi levitä niveleen ja proteesin pintaan kehittyä helposti biofilmi, jolloin infektiota ei saada kuriin ilman proteesin poistoa.

Implanttien oikea koko arvioidaan ennen leikkausta röntgenkuvien perusteella. *Acetabulum* kupin koko arvioidaan subjektiivisesti (Alvarez ym. 2021). Röntgenkuvien perusteella arvioidaan myös potilaalle sopivaa implanttityyppiä, mihin vaikuttaa potilaan koko ja reisiluun muoto.

2.6.2 Implantin valinta

Sementittömiä menetelmiä on kehitetty, jotta sementin aiheuttamia infektioita ja aseptista irtoamista pystyttäisiin vähentämään (DeYoung ym. 1992, Marcellin-Little ym. 1999).

Sementillisten implanttien etu on kuitenkin välittömästi muodostuva tiivis liitos luun ja proteesin välille (Ota ym. 2005).

Kyon Zürich cementless -implantissa *acetabulum* sisempi kuppi muodostuu UHMW-polyeteenistä (*ultra-high molecular weight polyethylene*) ja ulompi osa titaanikuoresta, jonka pinta on reiällistä titaania ja hydroksiapatiittia. Rei'ityksen tarkoitus on edistää osseointegraatiota. Implantin reisiluun pääosa on tehty timanttipäällysteisestä titaaniseoksesta ja varsiosa titaaniseoksesta. Biomedrixin mikro- ja nanoimplantti koostuvat *acetabulum* kupeista, reisiluun pääosasta ja reisiluun varsiosasta. Reisiluun pää- ja -varsiosaa on sekä toisistaan irroitettavana että irtoamattomana versiona. *Acetabulum* implantin nivelpinnat on tehty Poly-XVE™ -polyeteenistä (Biomedrix, LLC).

Markkinoilla on tällä hetkellä tarjolla vain sementillisiä proteeseja pienille ja kääpiökokoisille koirille, jolloin valinnanvaraa pienikokoisilla koirilla ja kissoilla ei juurikaan ole. Isommilla (> 10 kg) koirilla tarjolla on sekä sementillisiä että sementittömiä vaihtoehtoja. Kaupallisilla implanttien valmistajilla on röntgenkuviin sopivat mallit, joita voidaan hyödyntää potilaan röntgenkuvia tarkasteltaessa (Johnston ja Tobias 2017). *Press-fit* implanteissa mahdollisimman suuri komponentin koko on tärkeää, jotta tekonivelestä saadaan mahdollisimman tukeva. Lisäksi reisiluun malli vaikuttaa implantin koon ja tyyppin valintaan. *Press-fit* tekniikka sopii paremmin kapenevaan reisiluuhun (*champagne flute*) ja sementillinen vastaavasti suoraan malliin (*stovepipe*) (Johnston ja Tobias 2017).

2.6.3 Aseptiikka ja antibioottiprofylaksia

Huolehtimalla ympäristön ja leikkausalueen aseptiikasta, pystytään minimoimaan riski infektioille (Priddy ym. 2003). Ennen proteesileikkausta kartoitetaan tarkasti potilaan mahdolliset krooniset tulehdustilat, ihosairaudet, hammassairaudet ja muut infektioriskiä lisäävät tekijät, jotka voivat heikentää leikkauksen onnistumista ja siitä toipumista. Riskejä lisäävät sairaudet pyritään hoitamaan ennen lonkan tekonivelleikkausta.

Ennen toimenpidettä suoritetaan potilaan esivalmistelu huolellisesti. Potilaan peräaukko suljetaan tupakkasaturilla leikkauksen ajaksi ulostekontaminaatoriskin pienentämiseksi. Lisäksi potilaalle laitetaan virtsan kestokatetri, joka poistetaan leikkauksen jälkeen. Leikkausalueen karvojen ajo, pesu ja desinfektio tehdään valmisteluhuoneessa. Siirron jälkeen leikkausalue desinfektoidaan vielä uudelleen leikkaussalissa. Leikkausalueen rajaamisessa käytetään kaksinkertaisia leikkausliinoja ja läpileikkaukskalvoa. Leikkaukskalvo kiinnittyy liimalla ja sen kiinnipysyminen varmistetaan lisäksi kalvon reunoihin tulevilla klipseillä.

Pitkissä, yli 2 tuntia kestävässä ortopedisissa leikkauksissa potilaille käytetään rutiinisti profylaktista antibioottia 30 minuuttia ennen viiltoa ja annos uusitaan 90 minuutin välein haavan sulkuun saakka. Tekonivelleikkauksissa käytetään yleensä ensimmäisen polven kefalosporiinia, kuten esimerkiksi kefatsoliinia. Ensimmäinen annos annetaan 30 minuuttia ennen viiltoa (30 mg/kg) ja seuraavat annokset 90 minuutin välein (22 mg/kg) suonensisäisesti annettuna (Evira 2016). Antibioottia jatketaan haavan sulkuun asti. Kivunhallintaa varten pyritään asentamaan epiduraalikatetri.

Yliopistollisessa eläinsairaalassa lonkkaproteesileikkaukseen osallistuvat henkilöt eivät ole kontaktissa muihin potilaisiin samana päivänä, jotta riskit kontaminaatioon minimoidaan. Lisäksi potilaan jatkohoidossa pyritään mahdollisimman vähäiseen kontaktiin ja käytetään suojavaatetusta. Käsien kirurginen pesu suoritetaan huolellisesti ennen leikkaussaliin menoa. Leikkauksissa käytetään steriiliä leikkausvaatetusta ja puetaan rutiinisti kahdet steriilit leikkaushanskat päällekin.

2.6.4 Postoperatiivinen hoito

2.6.4.1 Hoito Yliopistollisessa eläinsairaalassa

Koira jää leikkauksen jälkeen kivunhallintaan ja seurantaan teho-osastolle yleensä vuorokaudeksi toimenpiteen jälkeen. Virtsan kestokatetri pidetään potilaalla sairaalassa, kunnes potilaan takajalat kantavat ja koira pystyy käymään tuettuna ulkona tekemässä tarpeensa. Epiduraalikatetri poistetaan yleensä seuraavana aamuna kivunarvioinnin perusteella. Heräämössä koira pyritään pitämään mahdollisimman rauhallisena ja estämään liukastuminen vuoraamalla koppi kylpyhuonematolla ja paksuilla peitoilla. Koiran nousemista ylös tai asennonvaihtamista ei rajoiteta, mutta riehuminen ja äkkinäiset liikkeet tulee estää. Leikatun jalan hierominen ja kylmähoito pyyhkeen läpi 10 minuuttia kerrallaan suoritetaan neljän tunnin välein. Lisäksi neljän tunnin välein pyritään asennonvaihtoon, seisotukseen ja ulosvientiin tuettuna mahdollisuuksien mukaan, jolloin on varottava liukastumista.

Potilaan nesteytys toteutetaan virtsanerityksen ja nestetasapainon mukaan. Kivunhallintaan annetaan suonensisäisesti tulehduskipulääkettä. Usein käytetään meloksikaamia (0,1 mg/kg) kerran päivässä ja parasetamolia 8 tunnin välein (10 mg/kg). Ihoon karvattomalle alueelle liimataan leikkauksen päätyttyä fentanyylilaastari (2–5 µg/kg/h). Kivunarvionnin perusteella (*Glasgow pain scale*) annetaan tarvittaessa levometadonia (0,1–0,2 mg/kg) neljän tunnin välein. Lisäksi epiduraalikatetrin kautta puudute ropivakaiini (1 mg/kg) 6 h välein ja morfiini (0,1 mg/kg) 12 h välein. Antibiootti kefatsoliini 22 mg/kg iv. kolme kertaa päivässä 24 tunnin ajan leikkauksesta. Pahoinvointiin maropitantti (1 mg/kg, iv.) kerran päivässä.

2.6.4.2 Hoito kotona

Ensimmäiset kaksi viikkoa leikkauksen jälkeen koira pidetään levossa mahdollisimman rauhallisessa ympäristössä, jossa ei ole muita eläimiä. Ulkoilu ja tarpeilla käyminen tapahtuu tuettuna, jotta koira ei pääse liukastumaan. Hyppiminen, juokseminen ja riehuminen ovat kiellettyjä ja liikkumatila tulee olla rajoitettu. Liukkaat pinnat tulee peittää matoilla liukastumisen estämiseksi. Kontrolloitu liikunta kivun sallimissa rajoissa 3–4 kertaa päivässä 5–10 minuuttia kerrallaan. Liikunta tapahtuu hihnaan kytkettynä, ilman muita koiria tai virikkeitä. Leikattua raajaa pyritään aktivoimaan hitaassa käynnissä. Koiran kipuoireilu ei saa pahentua liikkumisesta sen aikana tai liikunnan jälkeen. Jalan kevyt liikuttelu aloitetaan 3–5 vuorokauden kuluttua

leikkauksesta, jolloin leikattua jalkaa liikutetaan painamalla kevyesti reiden etu- ja takaosasta pienellä liikelaajuudella. Liikettä toistetaan 4–6 tunnin välein 10–15 kertaa kerrallaan.

Tulehduskipulääke annetaan ohjeen mukaan tikkien poistoon asti.

Haavan päällä olevan liimaside poistetaan kotona 1–2 vuorokauden kuluttua kotiutumisesta. Tikit poistetaan 12–14 vrk kuluttua leikkauksesta. Lisäksi haava-aluetta on hyvä tarkkailla päivittäin mahdollisten haavainfektioiden varalta. Kauluria pidetään tikkien poistoon saakka, jotta koira ei pääse repimään tikkejä tai nuolemaan haavaa. Kylmähoito leikattuun jalkaan 10–15 minuuttia kerrallaan 4–8 tunnin välein ja aina liikkumisen jälkeen 2–4 vuorokauden ajan. Kylmätessä tulee pitää huolta siitä, ettei koiran iho palellu.

Kontrolloitu fysioterapia aloitetaan kahden viikon kuluttua leikkauksesta. Kuntoutus vesijuoksumatolla voidaan aloittaa, kun leikkaushaava on sulkeutunut täysin. Fysioterapian tarkoitus on tukea lihasten kuntoutumista ja leikatun raajan käyttöä. Ensimmäinen kontrolliröntgenkuvaus suoritetaan 8 viikkoa leikkauksen jälkeen, jolloin tarkastetaan implanttien asento ja potilaan tila. Toipumisen edetessä odotetusti seuraavat kontrollikäynnit ja -röntgen suoritetaan 6 kuukauden ja vuoden kuluttua leikkauksesta ja tämän jälkeen vuosittain.

Seuraavat 3–6 kuukautta liikunta tapahtuu vain hihnassa välttämällä riehumista ja hyppimistä, sillä implanttien täydellinen luutumisen kestää noin puoli vuotta. Liikunnan asteittainen lisääminen tehdään fysioterapeutin ohjauksessa.

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1 Potilasmateriaali

Tutkimukseen osallistuivat kaikki lonkan tekonivelleikkauksiin osallistuneet potilaat, jotka leikattiin yliopistollisessa eläinsairaalassa vuosina 2013–2021 (1.1.2013-1.9.2021). Tutkimusmateriaali kerättiin potilastietojärjestelmästä (Provet net, Nordhealth Finland Oy) syyskuun 2021 ja tammikuun 2022 välisenä aikana käyttämällä toimenpidehakusanaa ”lonkkaproteesi”. Lisäksi käytettiin tallennettuja röntgenkuvia (JiveX Dicom viewer) ja potilaskohtaisesti tallennettuja anestesiakaavakkeita. Potilaat, joilla operoitiin molemmat lonkat, käsiteltiin kahtena tapauksena. Potilasmateriaalin analysointi tapahtui potilaskohtaisesti.

Potilaiden tiedoista taulukoitiin potilasnumero, rotu, syntymäaika, ikä, paino, kuntoluokitus, toimenpidepäivä, perussairaudet, antibioottiresistenssiys, tekonivelleikkauksen taustalla oleva syy, leikattava jalka, ASA-luokitus, leikkauksen kesto, ilmenneet komplikaatiot ja niiden laatu, komplikaation toteamispäivä ja käytetyt implantit. Kaikki potilaat saivat leikkauksen aikana antibioottia ja iho suljettiin tikeillä. Jos potilas tuli sairaalaan kontrollikäynnille, kirjattiin kontrollikäynnin ajankohta leikkauksesta. Kontrollikäynniksi laskettiin eläinlääkärin tekemä tutkimus, johon sisältyi kontrolliröntgenkuvien otto. Monet potilaista kävivät kuntoutuksessa fysioterapiassa, mutta näitä käyntejä ei tilastoitu.

3.2 Tekonivelimplantit

Suurin osa tutkimuksen leikkauksista tehtiin sementittömällä *Kyon Zürich cementless* -implanteilla. Tutkimuksessa käytetyt sementilliset implantit (6 kpl) olivat Biomedtrix miniproteeseja (*Biomedtrix CFX® Micro Hip System*) ja niitä käytettiin vain pienille, alle 10 kg painoisille koirille.

3.3 Leikkaukseen liittyvät toimenpiteet ja potilaan seuranta

Kaikissa leikkauksissa käytettiin samaa protokollaa ja leikkauksiin osallistui tekonivelleikkauksiin perehtynyt hoitohenkilökunta. Sama kirurgi oli päävastuussa kaikissa leikkauksissa. Valmistelu tehtiin erityisen huolellisesti noudattaen tarkkaa aseptiikkaa ja käyttäen suojavaatetusta.

Lääkkeiden annostelu suoritettiin kolmitiehanan avulla, jotta kanyylin kautta tapahtuva kontaminaatoriski minimoitiin.

Potilaat saivat ennen leikkausta profylaktisen antibiootin (kefatsoliini 30 mg/kg iv.), joka annettiin 30 min ennen viiltoa. Antibiootti uusittiin leikkauksen aikana 90 minuutin välein annoksella 22 mg/kg. Leikkauksen aikana anestesiaa seurattiin ja havainnot merkittiin kirjallisesti anestesiakaavakkeelle 5 minuutin välein koko leikkauksen ajan. Anestesiakaavakkeeseen kirjattiin jatkuvasti syke ja hengitystiheys, verenpaine, anestesiakaasun määrä, refleksit, silmän asento, lisätyt lääkkeet ja muut anestesian aikana huomioitavat asiat. Implantit valittiin potilaan koon mukaan ja arvioitiin röntgenkuvista ennen leikkausta ja sovitettiin leikkauksessa ennen asentamista.

Leikkauksen jälkeen potilas siirrettiin teho-osastolle seurantaan. Tekonivelleikkauspotilaat kotiutetaan sairaalasta, kun potilaan kivunhallinta on hallinnassa, potilas on toipunut hyvin leikkauksesta ja takapää toimii odotetusti. Suurin osa potilaista pääsee seuraavana päivänä kotiin. Kefatsoliinia jatkettiin 24 tunnin ajan leikkauksen 8 tunnin välein (22 mg/kg iv.). Teho-osastolla käytettiin suojavaatetusta ja kiinnitettiin erityistä huomiota aseptiikkaan. Mahdolliset komplikaatiot sairaalassaoloaikana kirjattiin potilastietoihin.

Potilasta seurattiin leikkauksen jälkeen tikkienpoistossa, fysioterapiassa ja kontrollikäynneillä. Myös leikkauksen jälkeisillä käynneillä kiinnitettiin huomiota mahdollisimman tarkkaan aseptiikkaan ja vältettiin tarpeetonta kontaktia potilaan kanssa. Fysioterapiakäyntejä ei tilastoitu. Kontrollikäynnit ajoitettiin 8 viikkoa, 6 kuukautta ja vuosi leikkauksesta. Sen jälkeen tekoniveltä kontrolloitiin vuoden välein. Kontrollikäynneillä kartoitettiin potilaan yleisvointia, tutkittiin jalan toimintaa ja otettiin kontrolliröntgenkuvat. Mahdollisesti ilmenneet komplikaatiot kirjattiin potilastietoihin.

3.3.1 Röntgenkuvien arviointi

Potilaista otettiin röntgenkuvat ennen leikkausta, heti leikkauksen jälkeen ja kontrollikäynneillä. Heti leikkauksen jälkeen otetuissa röntgenkuvuissa arvioitiin implanttien oikea asento ja kontrollikäynneillä niiden paikoillaan pysymistä ja mahdollisia muutoksia luussa tai ympäröivissä kudoksissa. Röntgenkuvat katsottiin tutkimusta varten läpi niiltä potilailta, joilla esiintyi

komplikaatioita, jotta saatiin yhtenevä käsitys potilastietoihin kirjatusta tiedosta. Tutkimusta varten ei tehty erillisiä mittauksia röntgenkuvista eikä aiemmin tehtyjä mittauksia tilastoitu.

3.4 Komplikaatioiden luokittelu

Kaikki komplikaatiot kirjattiin ylös ja luokiteltiin ajankohdan ja vakavuuden mukaan.

Perioperatiivisiksi komplikaatioiksi laskettiin leikkauksen aikana tai 0–3 kuukautta leikkauksesta tapahtuneet komplikaatiot. Lyhyen ajan (*short term*) komplikaatioiksi 3–6 kuukautta leikkauksesta tapahtuneet komplikaatiot, 6–12 kuukautta leikkauksesta keskipitkän ajan (*mid term*) komplikaatioiksi ja pitkän ajan (*long term*) komplikaatioiksi yli 12 kuukautta leikkauksesta tapahtuneet komplikaatiot (Cook ym. 2010). Komplikaatioiden vakavuuden arviointi tehtiin Cook ym. (2010) tutkimuksen mukaan. Katastrofaalisiksi laskettiin komplikaatiot, jotka aiheuttivat pysyvän haitan, jonka seurauksena tapahtui potilaan menehtyminen tai päädyttiin eutanasiaan. Huomattaviksi laskettiin komplikaatiot, jotka vaativat joko kirurgista tai lääkkeellistä jatkohoitoa. Vähäisiksi laskettiin komplikaatiot, jotka paranivat itsestään ilman kirurgista tai lääkkeellistä jatkohoitoa (Cook ym. 2010).

3.5 Tilastolliset analyysit

Tilastolliset analyysit tehtiin Microsoft Excel (Microsoft Excel 15.0, Yhdysvallat) taulukointiohjelmalla.

4 TULOKSET

4.1 Potilasmateriaali

Vuosina 2013–2021 suoritettuihin lonkan tekonivelleikkauksiin osallistui kaikkiaan 46 koiraa. Koirista 32,6 % (n=15) oli intakteja narttuja, 30,4 % (n=14) intakteja uroksia, 17,4 % (n=8) steriloituja narttuja ja 19,6 % (n=9) kastroituja uroksia. Koirien iän keskiarvo \pm keskihajonta oli 3,4 \pm 2,3 vuotta, nuorin 0,7 vuotta ja vanhin 8,7 vuotta. Koirien painot vaihtelivat 3,0 ja 57,5 kg välillä, keskiarvon \pm keskihajonta ollessa 25,9 kg \pm 11,5 kg. Kuntoluokka oli kirjattu 82,6 % potilaista (n=38) ja se vaihteli 3-6 välillä (asteikko 1-9), keskiarvon \pm keskihajonta ollessa 5,0 \pm 0,8. Anestesia- luokituksen (*American Society of Anesthesiologists*) mukaan ASA1-luokkaan kuului 42,3 % potilaista, ASA2-luokkaan 53,7 % potilaista ja ASA3-luokkaan 3,7 % potilaista. Neljässä leikkauksessa (8,6 %) oli MRSP-positiivinen potilas ja kahdessa (4,3 %) ESBL-positiivinen. Tutkimusmateriaalissa oli edustettuna 23 eri rotua (Taulukko 1.). Kaikki potilaat eivät tulleet Yliopistolliseen eläinsairaalaan kontrollikäynneille ja potilastiedot olivat paikoittain puutteellisia.

Yleisin syy lonkan tekonivelleikkaukselle oli dysplasia tai nivelrikko ja osalla potilaista esiintyi näitä molempia. Dysplasia diagnosoitiin 31 jalassa (57,4 %) ja nivelrikko 32 jalassa (59,2 %). Traumaperäinen syy oli kolmessa tapauksessa (5,6 %) ja muu syy viidessä tapauksessa (9,3 %). Muuksi laskettiin tapaukset, joissa tekonivelleikkauksen syy ei ilmennyt selkeästi potilastiedoista.

1. Taulukko. Tutkimuspotilaiden rotujakauma.

Rotu	Lukumäärä
Sekarotuinen	8
Kultainenoutaja	7
Bordercollie	4
Saksanpaimenkoira	3
Kääpiövillakoira	3
Lagotto romagnolo	3
Samojedikoira	2
Valkoinen länsiylämaanterrieri	1
Hovawart	1
Espanjanvesikoira	1
Suomenlapinkoira	1
Newfoundlandinkoira	1
Rottweiler	1
Vanha englanninlammaskoira	1
Jackrusselinterrieri	1
Englanninspringerspanieli	1
Harmaanorjanhervikoira	1
Labradorinnoutaja	1
Belgianpaimenkoira groenendael	1
Landseer	1
Pitkäkarvainen collie	1
Mallorcandoggi	1
Kiinanpalatsikoira	1

4.2 Tekonivelleikkausten määrä

Vuosina 2013–2021 Yliopistollisessa eläinsairaalassa suoritettiin yhteensä 54 lonkan tekonivelleikkausta. 7 potilaalta (15,2 %) oli tehty molemminpuoleinen lonkan tekonivelleikkaus, jolloin leikkausten välillä pidettiin vähintään 6 kuukautta kuntoutusaikaa. Vasemmanpuoleisia tekoniveliä tehtiin 25 kappaletta (46,3 %) ja oikeanpuoleisia 29 kappaletta (53,7 %). Lonkan

tekonivelleikkauksista 88,9 % (n=48) käytettiin sementittömiä (*Kyon Zürich Cementless*) tekoniveliä ja sementillisiä (Biomedtrix CFX) 6 leikkauksessa (11,1 %). Kaikki leikkaukset suoritettiin samalla THR-leikkaustekniikalla.

4.3 Potilaiden seuranta ja todetut komplikaatiot

Potilaita kehoitettiin tulemaan kontrollikäynnille viimeistään 8 viikkoa leikkauksen jälkeen, jolloin tarkoituksena oli tarkastaa implanttien sijainti röntgenkuvauksella ja kartoittaa potilaan tilannetta. Seuraavat kontrollikäynnit oli tarkoitus pitää 6 ja 12 kuukautta leikkauksen jälkeen, jolloin myös suoritettiin röntgenkuvaus ja potilaan tilan arviointi. Kuntoutuksen jälkeen tekonivelen tilannetta oli tarkoitus seurata vuosittain. Osa leikkauspotilaista oli tietojen keräyshetkellä leikattu alle puoli vuotta aiemmin, jolloin kontrollikäyntien määrä vääristyi. Tutkimuspotilaista kolme eli 6,5 % potilaista ei käynyt yhdelläkään kontrollikäynnillä eläinsairaalassa, joten kyseisten potilaiden toipumisesta ei saatu tietoa.

Keskimääräinen seuranta-aika leikkauksen jälkeen oli 54 kuukautta. Eri asteisia komplikaatioita ilmeni 43,6 % eli 24 leikkauksessa, joista uusintaleikkaus vaadittiin 41,7 % tapauksista (n=10). Komplikaatioiden kokonaismäärä oli 34, sillä osalla potilaista komplikaatioita todettiin useita. Komplikaatioiden havaitseminen tapahtui keskimäärin 128 päivää toimenpiteen jälkeen keskihajonnan ollessa ± 226 päivää. Käytetyistä tekonivelistä 6 oli sementillisiä (Biomedtrix CFX) ja 48 sementitöntä (Kyon). Sementillisistä tekonivelistä kahdessa ilmeni komplikaatio, joka ei vaatinut uusintaleikkausta. Komplikaation ilmenemisaika laskettiin ensimmäisestä ilmenneestä komplikaatiosta, vaikka osalla komplikaatioita oli useita. Kuudessa leikkauksessa (11,1 %) potilailla havaittiin kaksi komplikaatiota ja kahdessa leikkauksessa (3,7 %) kolme komplikaatiota. Implantit poistettiin komplikaatioiden seurauksena kuudesta leikatusta jalasta (11,1 %).

Koirilla, joilla oli todettu positiivinen MRSP tai ESBL tulos, oli huomattavasti korkeampi komplikaatoriski. MRSP-positiivisista koirista 50 % (2/4) sai komplikaation, jonka seurauksena päädyttiin tekonivelen poistoon. Tutkimukseen osallistui yksi ESBL-positiivinen koira, jolta operoitiin molemmat lonkat. Molemmat tekonivelet jouduttiin myöhemmin poistamaan infektion seurauksena.

3. Taulukko. Komplikaatioiden esiintyminen, niiden lukumäärä ja prosenttiosuus tutkimuksessa.

Komplikaatio	Lukumäärä	Prosenttiosuus komplikaatioista
Implantin liikkuminen	6	17,6
Luksaatio	6	17,6
Anestesiakomplikaatio	5	14,7
Tulehdus	4	11,8
Luureaktio	3	8,8
Reisiluun murtuma	2	5,9
Lonkkamaljan murtuma	1	2,9
Lantioluun halkeama	1	2,9
MRSP infektio	1	2,9
Verenvuoto	1	2,9
Hermovaurio	1	2,9
Ontuma	1	2,9
Lihasevähähdys	1	2,9
Leikkaustekninen ongelma	1	2,9

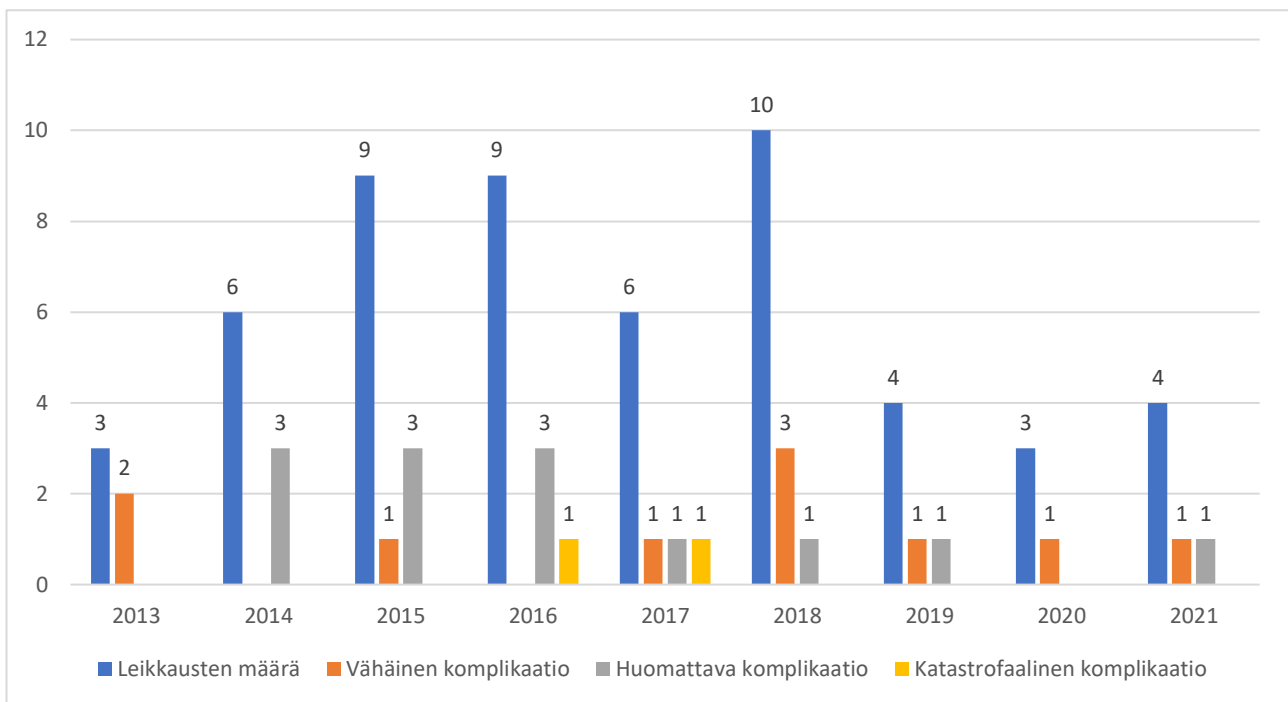
Perioperatiivisia komplikaatioita (0–3 kk leikkauksesta) havaittiin 24 kappaletta, mikä oli 70,6 % komplikaatioista (44,4 % leikkauksista). Lyhen ajan komplikaatioita (3–6 kk) havaittiin kolmessa tapauksessa eli 8,8 % komplikaatioista (5,6 % leikkauksista). Keskipitkän ajan komplikaatioita (6–12 kk) kolmessa tapauksessa eli 8,8 % (5,6 % leikkauksista) ja pitkän ajan komplikaatioita (yli 12 kk) neljässä tapauksessa eli 11,8 % (7,4 % leikkauksista). Katastrofaaliseksi luokiteltuja komplikaatioita havaittiin 2 tapauksessa (3,7 %). Huomattavia komplikaatioita havaittiin 13 tapauksessa (24,1 %) ja vähäisiä komplikaatioita 9 tapauksessa (16,7 %).

Koirien keskimääräinen paino leikkauksissa, joissa esiintyi komplikaatioita, oli 27 kg.

Sementittömissä tekonivelissä komplikaatioita esiintyi keskimäärin 29 kg painoisilla koirilla (n=22) ja sementillisissä 5 kg painoisilla koirilla (n=2). Huomioitavaa on, että sementillisiä tekoniveliä tehtiin vain pienille koirille (alle 10 kg) ja niiden määrä oli vähäinen (n=6).

4.4 Lonkan tekonivelleikkausten komplikaatiot eläinsairaalassa vuosina 2013–2021

Leikkausten määrä vaihteli vuosittain paljon. Eniten leikkauksia tehtiin vuonna 2018 (n=10) ja vähiten vuosina 2013 ja 2020 (n=3) (4. taulukko). Vuosina 2014–2016 todettiin eniten huomattavia komplikaatioita. Koronaviruspandemian takia vuosina 2020 ja 2021 suunniteltuja leikkauksia jouduttiin perumaan ja siksi määrä oli huomattavan vähäinen. Leikkausten määrä vuosittain on niin vähäinen, että yksittäiset komplikaatiot nostavat komplikaatioprosentin korkeaksi.



4. Taulukko. Leikkausten määrä sekä vähäisten, huomattavien ja katastrofaalisten komplikaatoiden määrät vuosittain. Komplikaatiot on laskettu leikkauskohtaisesti. Potilaat, joiden kohdalle osui useampi komplikaatio, on listattu taulukkoon vain vakavimman komplikaation mukaan. Vähäisten komplikaatioiden määrät ovat todenmukaista matalammat, johtuen puutteellisesta kirjauksesta.

4.5 Komplikaatioiden ilmenemiseen vaikuttavat tekijät

Potilaasta riippuvat komplikaatioille altistava selkeä tekijä oli resistenssin bakteerin kantajuus. Resistenssien bakteerien kantajista katastrofaalisiin komplikaatioihin päätyi 3/5 potilasta 4/6 leikatusta jalasta, jolloin leikkauskohtainen komplikaatioprosentti nousi 67 %:n. Suurin osa tutkimukseen osallistuneista koirista oli nuoria ja perusterveitä eikä muuta komplikaatioille altistavaa syytä löytynyt. Oletuksena oli, että vähäinen käynti kontrolleissa altistaisi komplikaatioille, mutta koska osa potilaista ei tullut kontrollikäynneille ollenkaan, ei komplikaatioita voitu diagnosoida. Ulkomailta leikkaukseen tuodut koirat eivät käyneet kontrolleissa eikä niiden mahdollisista komplikaatioista saatu tietoja.

Sementillisissä tekonivelissä komplikaatioiden määrä oli alhaisempi kuin sementittömissä. Sementillisissä tekonivelissä lääkkeellistä tai kirurgista hoitoa vaativia komplikaatioita ei raportoitu ollenkaan. Sementillisten tekonivelten osuus tutkimuksessa oli kuitenkin pieni, jolloin vertaaminen sementittömien tekonivelten komplikaatioihin on hankalaa. Komplikaatioita ilmeni sementillisissä tekonivelissä 33,3 % (n=2) leikkauksista ja sementittömissä 45,8 % (n=22).

5 POHDINTA

Lonkan tekonivelleikkaus on useilla koirilla elämänlaatua parantava toimenpide. Erityisesti isoille koirille lonkkanivelen korvaava tekonivel on lähes ainoa toimiva hoitovaihtoehto lonkan vakavassa dysplasiassa tai nivelrikossa. Pienillä koirilla vaihtoehtoja on useita, jolloin voidaan myös hyödyntää reisiluun pään poistoa, jolloin nivelen ympärillä olevat lihakset tukevat jalan liikettä ilman varsinaista nivelpintaa. Reisiluun pään poistossa ei tarvita implanttia, jolloin leikkauksen hinta on huomattavasti tekonivelleikkausta alhaisempi.

Rajoittava tekijä tekonivelten käytössä on implantin korkea hinta. Lisäksi kuntoutusaika leikkauksesta on pitkä ja vaatii jatkuvaa seurantaa koko loppuelämän ajan. Tekonivelen kanssa täytyy myös huomioida riskit infektioille. Infektio tekonivelen alueella aiheuttaa usein implanttien liikkumisen, jolloin tekonivelestä tulee epästabiili ja se joudutaan poistamaan. Moni koira pystyy elämään kivutonta elämää tekonivelen kanssa, mutta se rajoittaa kuitenkin koiran käyttöä esimerkiksi agilyssä tai muissa fyysisesti vaativissa ja tapaturma-alttiissa lajeissa. Parhaassa tapauksessa tekonivel parantaa koiran elämänlaatua huomattavasti ja poistaa lonkan nivelrikosta aiheutuvan kivun, jolloin säännöllistä kipulääkitystä ei tarvita.

5.1 Komplikaatioiden esiintyminen verrattuna aiempiin tutkimuksiin

Tutkimuksen komplikaatioiden esiintymisprosentti on korkea verrattuna moniin aikaisempiin tutkimuksiin. Aikaisemmissa tutkimuksissa komplikaatioprosentti on vaihdellut yleisesti 5–20 % välillä, mutta Yliopistollisessa eläinsairaalassa tehtyjen leikkausten komplikaatioprosentti nousi yli 40. Korkeaa komplikaatioprosenttia selittää se, että tutkimusmateriaalissa on mukana myös ensimmäiset sairaalassa tehdyt leikkaukset, jolloin korkeampi komplikaatioprosentti on odotettu. Osassa tutkimuksista lieviä komplikaatioita ei ole tilastoitu ollenkaan tai niiden kriteerit ovat erilaiset. Tästä syystä prosenttiosuuksia tarkastelemalla ei voi tehdä kovin varmoja johtopäätöksiä. Materiaali Yliopistollisesta eläinsairaalaista on vielä sen verran pieni, että sen vertaaminen ei ole täysin yksiselitteistä. Yliopistollisen eläinsairaalan toimintaa häiritsi myös huomattavasti koronapandemia vaiheessa, jolloin lonkan tekonivelleikkauksia oli tarkoitus alkaa tekemään aiempaa enemmän.

Johnsonin (2021) tutkimuksessa yksittäisen kirurgin 44 ensimmäisessä lonkan tekonivelleikkauksessa komplikaatioaste on korkeampi kuin seuraavissa leikkauksissa. Yliopistollisen eläinsairaalan aineisto (54 leikkausta) ylittää tämän määrän vain hieman, joten komplikaatioiden määrän hypoteesina oli, että komplikaatiotaso on normaalia korkeampi. Johnsonin tutkimusta on kuitenkin vaikea verrata Yliopistollisen eläinsairaalan tilanteeseen, sillä juuri 44 operaation jälkeen toimintaa jouduttiin radikaalisti vähentämään koronapandemian takia. Molemmista tutkimuksista leikkauksista oli päävastuussa yksittäinen kirurgi.

Alla olevissa taulukoissa on esitetty komplikaatioiden vakavuus ja ajoitus suhteessa leikkaukseen. Taulukossa 5 on esitetty tämän tutkimuksen komplikaatiot ja taulukossa 6 Kidd ym. (2016) tutkimuksen komplikaatiot. Kidd ym. (2016) tutkimukseen osallistui 183 koiraa 219 leikkauksessa ja komplikaatioita esiintyi 31,1 % leikkauksista.

Suurin osa komplikaatioista havaitaan perioperatiivisessa vaiheessa eli leikkauksessa, välittömästi sen jälkeen tai 0–3 kuukautta toimenpiteestä. Tämä on ymmärrettävää, sillä perioperatiivisten komplikaatioiden aikaikkunaan mahtuu leikkauksen aikaiset komplikaatiot ja ensimmäiset kuntoutuskuukaudet, jolloin leikattu jalka on vielä hyvin hauras vaurioille ja osseointegraatio on vielä kesken sementtömissä tekonivelissä.

	0-3 kk	3-6 kk	6-12 kk	>12 kk	Yhteensä
Katastrofaalinen	0 (0 %)	1 (2,9 %)	1 (2,9 %)	0 (0 %)	2 (5,9 %)
Huomattava	13 (38,2 %)	4 (11,8 %)	2 (5,9 %)	2 (5,9 %)	21 (61,7 %)
Vähäinen	9 (26,5 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	2 (5,9 %)	11 (32,4 %)
Yhteensä	22 (64,7 %)	5 (14,7 %)	3 (8,8 %)	4 (11,8 %)	34 (100 %)

5. Taulukko. Komplikaatioiden jakautuminen vakavuuden ja ajoituksen mukaan tässä tutkimuksessa. Suluissa prosenttiosuus esiintyneistä komplikaatioista.

Kidd ym. 2016	0-3 kk	3-6 kk	6-12 kk	>12 kk	Yhteensä
Katastrofaalinen	16 (23,5 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	2 (2,9 %)	18 (26,5 %)
Huomattava	18 (26,5 %)	1 (1,5 %)	1 (1,5 %)	1 (1,5 %)	21 (30,9 %)
Vähäinen	29 (42,6 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	29 (42,6 %)
Yhteensä	63 (92,6 %)	1 (1,5 %)	1 (1,5 %)	3 (4,4 %)	68 (100 %)

6. Taulukko. Komplikaatioiden jakautuminen vakavuuden ja ajoituksen mukaan Kidd ym. tutkimuksessa (2016). Suluissa prosenttiosuus esiintyneistä komplikaatioista.

	Leikkausten lukumäärä	Seuranta-aika (KA, kk)	Komplikaatio %	Luksaatio n/%	Infektio	Murtuma	Aseptinen irtoaminen
	54	54	43,6	6/11 %	5/9,3 %	4/7,4 %	7/13 %
Kidd ym. 2016	219	42	31,1	9/4,1 %	5/2,3 %	61/ 27,9 %	2/1 %
Guerrero ym. 2009	65	23	17	7/11 %	-	1/1,5 %	2/3 %
Liska 2010	66*	24	16,7	9/14 %	-	-	1%/1,5 %

7. Taulukko. Leikkausten lukumäärä, potilaiden seuranta-aikojen keskiarvo, tutkimuksen komplikaatioprosentti ja yleisimmät komplikaatiot taulukoituna tästä tutkimuksesta ja kolmesta aiemmasta tutkimuksesta.

* Tutkimukseen osallistui myös 8 kissaa.

Vertailtaessa eri tutkimuksia saatiin hyvin erilaisia tuloksia. Esimerkiksi Kiddin ym. tutkimuksessa (2016) murtumia esiintyi erittäin paljon verrattuna muihin tutkimuksiin. 20 % murtumista tapahtui leikkauksen aikana ja johtuivat todennäköisesti implantin asennustekniikasta. Taulukossa 7 on listattu muutamia tutkimuksia ja niissä yleisimmin esiintyneet komplikaatiot, potilaiden seurantaajat ja leikkausten lukumäärä. Luksaatio on yleinen komplikaatio kaikissa tehdyissä tutkimuksissa ja se on tärkein huomattava komplikaatio. Infektioita ei ollut raportoitu kaikissa tarkastelluissa tutkimuksissa, mutta niiden puuttuminen kokonaan on hyvin epätodennäköistä. Tässä tutkimuksessa infektioiden määrää nosti resistenttien bakteerien kantajat, jotka hyvin usein aiheuttivat nivelen infektoitumisen. Muissa tutkimuksissa potilaiden antibioottiresistenttien bakteerien kantajuutta ei ollut kerrottu.

5.2 Komplikaatioille altistavat tekijät

Potilasmateriaalista huomattavan alttiita komplikaatioille olivat potilaat, jotka olivat antibioottiresistentin bakteerin kantajia. Tutkimustulosten valossa antibioottiresistenttien potilaiden hyöty-haittasuhde tulee arvioida huolellisesti, sillä riski infekioon on suuri ja voi johtaa implantin poistamiseen. Suurilla koirilla implanttien poistaminen voi olla vaikeaa, sillä lopputulos vastaa reisiluun pään poistoa, mikä ei ole toimiva ratkaisu suuren massan vuoksi.

Komplikaatioita todettiin selvästi enemmän isoilla, keskimääräisesti 27 kg painoisilla koirilla. Suurilla ja jättikokoisilla koirilla painorasitus on suurempaa, jolloin pienetkin komplikaatiot voivat aiheuttaa ongelman verrattuna pieniin koiriin. Toisaalta tutkimusmateriaalissa oli paljon keskikokoisia ja suuria koiria, jolloin koosta aiheutuvaa riskiä komplikaatioille ei voida arvioida. Pienet koirat voivat pärjätä hyvin pelkällä reisiluun pään poistolla, jolloin lievät ongelmat tekonivelen kanssa voivat peittyä.

5.3 Tekonivelimplantit

Tutkimuksessa käytettiin sekä sementillisiä että sementittömiä implantteja, mutta valtaosa leikkauksista tehtiin sementittömällä implanteilla. Eri tyyppiisten tekonivelten komplikaatioprosentissa oli eroja ja niitä havaittiin vähemmän sementillisissä implanteissa ja ne olivat lievempiä. Tutkimuksessa sementillisiä implantteja käytettiin vain pienille, alle 10 kg painoisille koirille. Koska tutkimuksessa on käytetty sementillisiä implantteja ainoastaan pienillä koirilla, on vaikeaa sanoa, onko sementillinen tekonivel sementitöntä parempi ja aiheutuuko siitä vähemmän komplikaatioita. Lisäksi sementillisten implanttien osuus tutkimuksen leikkauksista oli vain 11 %. Erittäin pienille koirille ei ole tällä hetkellä tarjolla sementittömiä tekonivelvaihtoehtoja, joten vertailu implanttien välillä on hankalaa.

5.4 Potilasmateriaalin jakauma verrattuna aiempiin tutkimuksiin

Potilasmateriaalissa ei ollut merkittäviä eroja aiempiin tutkimuksiin. Lonkkadysplasialle alttiit rodut olivat edustettuina kaikissa tutkimuksissa, joissa rotujakauma oli kerrottu.

5.5 Tutkimuksen virhelähteet

Mahdollisia virhelähteitä tutkimuksessa on tilastoinnissa tapahtuneet virheet, ihmisten väliset tulkintaerot ja potilastietojen puutteellinen kirjaaminen. Komplikaatioiden raportoinnissa lievien komplikaatioiden määrä on suhteettoman alhainen verrattuna merkittäviin ja katastrofaalisiin komplikaatioihin. Todennäköinen syy lievien komplikaatioiden vähäisen määrään on se, että niitä ei ole kirjattu potilastietoihin. Potilastietojen keräämisessä on myös eroja, koska tietoja keräävät useat hoitajat, eläinlääkärit ja opiskelijat.

Komplikaatioiden esiintymisessä eri tekonivelityypeillä oli eroja, mutta niiden määrää vääristää leikkausten suhteellinen osuus sementillisillä ja sementittömällä tekonivelillä. Verrattaessa muihin tutkimuksiin, tietojen keräämisessä ja komplikaatioiden vakavuuden arvioimisessa on eroja, jolloin tutkimusten vertaaminen keskenään ei ole täysin luotettavaa.

5.6 Prospektiivinen tutkimusmenetelmä

Tutkimuksen luotettavuutta saataisiin parannettua prospektiivisellä tutkimusmenetelmällä. Lonkan tekonivelleikkausten komplikaatioita tutkittaessa olisi hyödyllistä, että jokaisen tutkimuspotilaan kohdalla täytettäisiin sama standardoitu lomake, esimerkiksi "Liverpool Osteoarthritis in Dogs" (LOAD) on hyödyllinen ja helposti täytettävä kaavake omistajalle. Lomakkeella olisi tärkeä selvittää potilaan sen hetkinen ikä, oireiden kesto ja vakavuus ja mahdolliset muut samanaikaiset ongelmat. Lisäksi lomakkeella voitaisiin kartoittaa kiputilannetta ennen leikkausta ja kuntoutuksen eri vaiheissa. Olisi tärkeää, että jokaiselle potilaalle tehdyt tutkimukset suoritetaan huolellisesti ja kirjataan ylös tarkasti ja selkeästi. Leikkauskertomuksessa pitäisi selkeästi kirjata tehdyt löydökset ja mahdolliset leikkauksen aikaiset komplikaatiot tulisi kirjata systemaattisesti. Leikkauksen kesto tulisi kirjata ylös minuutin tarkkuudella. On tärkeää, että kontrollikäynneillä tehdyt havainnot kirjataan ylös ja huomioidaan myös lievät komplikaatiot.

Tutkimusmateriaalia vääristävät potilaat, jotka eivät ole leikkauksen jälkeen käyneet yhdelläkään kontrollikäynnillä. Tutkimuksen materiaali kerättiin lyhyellä aikavälillä, joten osa leikkauksista oli tehty vuosia aiemmin ja osa vasta muutama kuukausi sitten. Tämä vääristää jonkin verran komplikaatioiden esiintymistä ja kontrollikäynneille osallistumista. Lisäksi Yliopistollisen eläinsairaalan potilastietojärjestelmään ei kirjaudu tiedot muilla eläinlääkäriasemilla mahdollisesti käyneistä potilaista ja käyntien syistä. Lisäksi muutama potilas tuli leikkaukseen ulkomailta ja palasi sinne hyvin nopeasti leikkauksen jälkeen, jolloin tietoa kuntoutumisesta ei saatu.

5.7 Loppusanat

Yliopistollisessa eläinsairaalassa tehtäviin lonkan tekonivelleikkauksiin olisi hyödyllistä tehdä aiheesta jatkotutkimus myöhemmin. Kun leikkauksia saadaan tilastoitua edelleen, pystytään tarkastelemaan tilannetta ja komplikaatioiden määrää vertailemalla aiempaa tulosta. Oletuksena on, että komplikaatioiden määrä laskee, kun leikkauksia saadaan tehtyä rutiininomaisesti

pidempään. Standardoidun kaavakkeen käyttöönotto olisi myös kannattavaa, jotta jatkossa tutkimustulosten tilastointi olisi helpompaa.

Lonkan tekonivelleikkauksissa komplikaatioihin on tärkeää kiinnittää huomiota, jotta niiden määrä pystytään minimoimaan. Tekonivelleikkaus on taloudellisesti kallis, kuntoutukseltaan vaativa ja resursseja vievä toimenpide. Erityisesti niveleen pesiytyvät infektiot ovat tekonivelelle suuri uhka ja pahimmassa tapauksessa voi johtaa eläimen lopetukseen. Tästä syystä infektioiden syyn selvittäminen ja niiden minimointi on erittäin tärkeää. Yliopistollisessa eläinsairaalassa on tutkimuksen loppuvaiheessa aloitettu tekemään myös kissoille lonkan tekoniveliä. Kissoille tehtävien proteesien osuus on kuitenkin vasta aivan alkuvaiheessa, joten niiden tilastointi ei vielä ole mahdollista.

6 LÄHDELUETTELO

Abdel M, Della Valle C. Complications after Primary Total Hip Arthroplasty: A Comprehensive Clinical Guide. 2017.

Agins HJ, Alcock NW, Bansal M. Metallic wear in failed titanium-alloy total hip replacements. *J Bone Joint Surg Am* 1988; 70:347–356.

Alvarez-Sanchez A, Amsellem P, Vezzoni L, Vezzoni A. Zürich cementless total hip arthroplasty as a treatment option for capital physeal fractures in dogs: Outcome in 53 cases. *Vet Surg*, 2021, 50:1054-1064.

Beksac B, Taveras NA, Valle AG. Surface finish mechanics explain different clinical survivorship of cemented femoral stems for total hip arthroplasty. *J Long Term Eff Med Implants* 2006; 16:407–422.

Buechel FF, Pappas MJ. The design proces. In: *Principles of Human Joint Replacement: Design and Clinical Application*. Springer, 2011, 77–90.

Charnley G, Judet T, Garreau de Loubresse C. Titanium femoral component fixation and experience with a cemented femoral prosthesis. In: *Interfaces in Total Hip Arthroplasty*, Springer, 2000, 3–10.

Clayton R, Cravens R, Hupfer T, Intermediate results of a cemented Femoral stem with a PMMA premantle. *Orthopedics* 2007; 30:950.

Cook JL, Evans R, Conzemius MG, Proposed definitions and criteria for reporting time frame, outcome, and complications for clinical orthopedic studies in veterinary medicine. *Veterinary Surgery*. 2010, 39:905-908.

Dearmin MG, Schulz KS. The effect of stem length on femoral component positioning in canine total hip arthroplasty. *Vet Surg* 2004; 33:272–278.

DeYoung DJ, DeYoung BA, Aberman HA. Implantation of an uncemented total hip prosthesis: Technique and initial results of 100 arthroplasties. *Vet Surg* 1992; 21:168–177.

Dyce, Sack, Wensing. Textbook of Veterinary anatomy. Elsevier 2018, 5. painos.

Edwards MR, Egger EL, Schwarz PD. Aseptic loosening of the femoral implant after cemented total hip arthroplasty in dogs: 11 cases in 10 dogs (1991–1995). J Am Vet Med Assoc 1997; 211:580–586.

Eldridge JDJ, Learmonth ID. Component bone interface in cementless hip arthroplasty. In: Interfaces in Total Hip Arthroplasty, Learmonth ID (ed.). London: Springer, 2000, 71–80.

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. Mikrobilääkkeiden käyttösuositukset eläinten tärkeimpiin tulehdus- ja tartuntatauteihin. 2016. https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijat/elainten-pito/elainten-laakitseminen/mikrobilaaikkeiden_kayttosuositukset_fi_2.pdf Haettu 20.3.2022

Franklin S, Miller N, Riecks T. Complications with the Zurich Canine Total Hip Replacement System in an Initial Series of Cases Performed by a Single Surgeon. Vet Comp Orthop Traumatol, 2021, 34: 346-351.

Franklin SP, Franklin AL, Wilson H. The relationship of the canine femoral head to the femoral neck: An anatomic study with relevance for hip arthroplasty implant design and implantation. Vet Surg 2012; 41:86–93.

Garnett SD, Daye RM. Short-term complications associated with TPLO in dogs using 2,0- and 2,7-mm plates. J Am Anim Hosp Assoc 2014,50:396-404.

Goldring SR, Schiller AL, Roelke M. The synovial-like membrane at the bone-cement interface in loose total hip replacements and its proposed role in bone lysis. J Bone Joint Surg Am 1983; 65:575–584.

Guerrero TG, Montavon PM. Zurich cementless total hip replacement: Retrospective evaluation of 2nd generation implants in 60 dogs. Vet Surg 2009; 38:70–80.

Hallab NJ, Jacobs JJ, Katz JW. Application of materials in medicine, biology, and artificial organs: Orthopedic applications. Elsevier Academic Press, 2004, 527–555.

Hayes GM, Ramirez J, Langley Hobbs SJ. Does the degree of preoperative subluxation or soft tissue tension affect the incidence of postoperative luxation in dogs after total hip replacement? *Vet Surg* 2011; 40:6–13.

Hoefle WD. A surgical procedure prosthetic total hip replacement in the dog. *J Am Anim Hosp Assoc* 1974; 10:269–276.

Hummel DW, Lanz OI, Werre C. Complications of cementless total hip replacement. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2010; 23: 424–432.

Johnson K. A. Scaling the Steep Learning Curve of Total Hip Replacement Surgery. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 2021.

Johnson K. Piermattei's Atlas of Surgical Approaches to the Bones and Joints of the Dog and Cat. 5th edition, Elsevier 2014.

Johnston S, Tobias K. *Veterinary Surgery: Small Animal Expert*. Elsevier 2018, 2. painos.

Kidd S, Preston C, Moore, G. Complications of porous-coated press-fit cementless total hip replacement in dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 2016.

Lanz O, Forzisi I, Vezzoni A. Zurich Cementless Dual Mobility Cup for Canine Total Hip Prosthesis: Implant Characteristics and Surgical Outcome in 105 Cases. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2021; 34:294–302.

Lauer SK, Nieves MA, Peck J. Descriptive histomorphometric ingrowth analysis of the Zurich cementless canine total hip acetabular component. *Vet Surg* 2009; 38:59–69.

Lewis RH, Jones JP. A clinical study of canine total hip arthroplasty. *Vet Surg* 1980; 9:20–23.

Liska WD. Cemented total hip replacement: Experience in USA with the BioMedtrix prosthesis. 2004.

Liska WD., Micro total hip replacement for dogs and cats: surgical technique and outcomes. *Vet Surg* 2010, 39:797-810.

Marcellin-Little DJ, DeYoung DJ, Thrall DE, Merrill CL. Osteosarcoma at the site of bone infarction associated with total hip arthroplasty in a dog. *Vet Surg* 1999; 28:54–60.

Mawby DI, Bartges JW, d'Avignon A. Comparison of various methods for estimating body fat in dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 2004; 40:109–114.

Off W, Matis U. Excision arthroplasty of the hip joint in dogs and cats. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 23:297-305.

Olmstead ML. Canine cemented total hip replacements: State of the art. *J Small Anim Pract* 1995; 36:395–399.

Olmstead ML, Hohn RB, Turner TM. A five-year study of 221 total hip replacements in the dog. *J Am Vet Med Assoc* 1983; 183:191–194.

Ota J, Cook JL, Lewis DD. Short-term aseptic loosening of the femoral component in canine total hip replacement: Effects of cementing technique on cement mantle grade. *Vet Surg* 2005; 34:345–352.

Peck, J, Liska W, DeYoung D, Marcellin-Little D. Clinical Application of Total Hip Replacement. *Advances in Small Animal Total Joint Replacement, ACVS* 2013.

Priddy NH, Tomlinson JL, Dodam JR, Hornbostel JE. Complications with and owner assessment of the outcome of tibial plateau leveling osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament rupture in dogs: 193 cases (1997-2001). *J Am et Med Assoc* 2003, 222:1726-1732.

Pruitt LA, Chakravartula AM. Orthopedics. In: *Mechanics of Biomaterials: Fundamental Principles for Implant Design*, Pruitt LA, Chakravartula AM. Cambridge University Press, 2011, 416–471.

Schulz K. Diseases of the joints. In edition: Theresa Welch Fossum, ed. *Small Animal Surgery*, edition 4. Elsevier, St Louis 2019, 34: 1215-1374.

Schulz KS. Application of arthroplasty principles to canine cemented total hip replacement. *Vet Surg* 2000; 29:578–593.

Shields SL, Schulz KS, Hagan CE, The effects of acetabular cup temperature and duration of cement pressurization on cement porosity in a canine total hip replacement model. *Vet Surg* 2002; 31:167–173.

Skurla CP, Pluhar GE, Frankel DJ. Assessment of the dog as a model for human total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br* 2005; 87:120–127

Smith GK, Langenbach A, Green PA, Evaluation of the association between medial patellar luxation and hip dysplasia in cats. *J Am Vet Med Assoc* 1999; 215:40–45.

Sumner DR, Turner TM, Pierson RH, Effects of radiation on fixation of non-cemented porous-coated implants in a canine model. *J Bone Joint Surg Am* 1990; 72:1527–1533.

Vezzoni L, Montinaro V, Vezzoni A. Use of a revision cup for treatment of Zurich cementless acetabular cup loosening. Surgical technique and clinical application in 31 cases. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 2013; 26(5):408-15.

Biomedtrix Micro and nano hip systems. 2022 <https://biomedtrix.com/total-hip-replacement/>
Haettu 28.9.2022

Kyon Zurich Cementless THR – Total Hip Replacement. 2021 <https://www.kyon.ch/products-solutions/thr-total-hip-replacement/?lang=fi> Haettu 16.2.2022