



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för kliniska vetenskaper

Användandet av objektiv rörelseanalys för utvärdering av rörelsefunktion hos korsbandsskadade hundar

Kristina Borgeblad Sweet

Uppsala

2010

Examensarbete inom veterinärprogrammet

ISSN 1652-8697
Examensarbete 2010:81

Användandet av objektiv rörelseanalys för utvärdering av rörelsefunktion hos korsbandsskadade hundar

Kristina Borgeblad Sweet

*Handledare: Pia Gustås, Institutionen för kliniska vetenskaper
Biträdande handledare: Kjerstin Pettersson, Universitetsdjursjukhuset
Miriam Kjörk Granström, Institutionen för kliniska vetenskaper
Examinator: Bernt Jones, Institutionen för kliniska vetenskaper*

*Examensarbete inom veterinärprogrammet, Uppsala 2010
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för kliniska vetenskaper
Kurskod: EX0239, Nivå X, 30hp*

Nyckelord: främre korsbandsruptur, hund, kinematik, löpband, ortopedi, rörelseanalys, skritt, TPLO

*Online publication of this work: <http://epsilon.slu.se>
ISSN 1652-8697
Examensarbete 2010:81*

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	1
Summary	2
Inledning	3
Anatomi och funktionell anatomi	3
Främre korsbandsruptur	4
Rörelsestudier	7
Syfte	9
Material och metoder	9
Hundar	9
Insamling av mätdata	10
Bearbetning av data	10
Statistik	13
Resultat	13
Allmänna observationer	13
Armbågsleden	14
Höger armbågsled	14
Vänster armbågsled	15
Karpalleden	16
Höger karpalled	16
Vänster karpalled	17
Knäleden	19
Höger knäled	19
Vänster knäled	20
Sidoskillnad inom den korsbandsopererade individen	22
Hasleden	23
Höger hasled	23
Vänster hasled	24
Sidoskillnad inom den korsbandsopererade individen	26
Understödsfas och svävningsfas höger och vänster bak	27
Höger bakben	27
Vänster bakben	27
Diskussion	28
Material- och metoddiskussion	28
Resultatdiskussion	29

Höger framben	29
Vänster framben	29
Höger bakben	30
Vänster bakben	30
Konklusion	32
Tack	33
Litteraturförteckning	34

SAMMANFATTNING

Ruptur av främre korsbandet hos hund är en vanlig orsak till hälta. Ofta utvärderas hälta hos hundar subjektivt, men det har visats att det finns behov av objektiva mätmetoder som är känsligare.

Syftet med studien var att utföra en pilotstudie över huruvida kinematik är en mätmetod som kan användas för att undersöka hur rörelsemönstret i skritt förändras hos hundar postoperativt efter en unilateral främre korsbandsskada.

I studien ingick två friska hundar och två hundar, som hade opererats med TPLO på grund av unilateral korsbandsskada i sin vänstra knäled. Samtliga hundar var av rasen labrador retriever och matchades parvis med avseende på ålder, kön och vikt. Fördefinierade anatomiska hållpunkter på hundarna märktes upp med reflexmarkörer på hundarna. Hundarna filmades med sex höghastighetskameror (240 Hz) i snabb (0,94m/s) och långsam (0,78m/s) skritt på löpband. Ledvinklar med avseende på extension och flexion i armbågs-, karpal-, knä- och hasleder registrerades. Även längd av svänningsfas och understödsfas i stegcykeln studerades. Jämförelse mellan gruppen hundar med korsbandsskada och friska individer gjordes, liksom jämförelse mellan den korsbandsskadade hundens högra och vänstra bakben.

Studiens resultat tyder på att rörelsemönstret påverkades postoperativt i samtliga leder och extremiteter. Resultaten är på grund av det begränsade antalet hundar att betraktas som en beskrivning av rörelsemönstret hos de i studien ingående individerna. Det kunde dock konkluderas att kinematik ser ut att vara en användbar metod för att mäta den aktuella typen av rörelsestörningar.

SUMMARY

Rupture of the anterior cruciate ligament is a common cause of lameness in dogs. Lameness in dogs is often evaluated subjectively, but it has been shown that there is a need for objective methods that are more sensitive.

The aim of the study was to perform a pilot study concerning whether kinematics is a tool suitable to investigate how the movement pattern changes the walking pattern of dogs with a unilateral anterior cruciate ligament rupture.

Two healthy dogs and two dogs with unilateral anterior cruciate ligament rupture, who the two latter previously had undergone TPLO in their left stifle joint, participated. All dogs were labrador retrievers and were matched in pairs regarding age, gender and weight. Predefined anatomical points on the dogs were indicated with reflective markers. The dogs were filmed with six high-speed cameras (240Hz) in fast (0,94m/s) and slow (0,78m/s) walk on a treadmill. Joint angles in extension and flexion for the elbow, carpal, stifle and hock joints were registered. Even the length of the stance phase and swing phase within the gait cycle was studied. A comparison between the group of dogs with cruciate ligament rupture and healthy individuals was made.

The result of the study indicated that the movement pattern was changed postoperatively in all joints and extremities. Since the study was based on only four dogs, the results are to be regarded as a description of the movement pattern of the participating individuals. In conclusion, the movement pattern is affected in all extremities postoperatively after a unilateral anterior cruciate ligament rupture and some of these alterations are velocity dependent. Kinematics seemed to be a useful tool to sufficiently register the deviation from normal walk.

INLEDNING

Redan år 1850 beskrevs för första gången två fall av korsbandsruptur på människa av den engelska läkaren Stark. År 1903 förordades kirurgiska åtgärder för korsbandsruptur och diagnostiska kriterier för verifierandet av ruptur fastslogs av tysken Pagenstecher. Elva år senare, år 1914, publicerades en studie om främre korsbandsskador gjord på hund av italienarna Nicoletti och Pesce (Lanzetta m.fl. 1995). Denna studie var upptakten till många fler studier på hund som lett fram till dagens kunskap rörande främre korsbandsrupturer.

Idag är ruptur av främre korsbandet en av de vanligaste skadeorsakerna hos hund och en betydelsefull anledning till utvecklandet av degenerativ ledsjukdom (osteoartros) i knäleden (Piermattei Donald L m.fl. 2006). Främre korsbandsruptur bedöms vara både den vanligaste ortopediska skadan och även den mest frekventa orsaken till hälta (Canapp Jr. 2007, Jandi & Schulman 2007). Enligt en studie (Egenvall m.fl. 2000) gjord på svenska hundar är just korsbandsruptur den vanligaste diagnosen vad gäller ledproblem även i Sverige.

Anatomi och funktionell anatomi

Knäleden är en komplex led. Ledytorna bildas av femur, tibia och patella. Leden stabiliseras passivt av ledkapsel, menisker samt flera ligament. Kollateralligamenten stabiliserar leden i sidled. Det mediala kollateralligamentet sträcker sig från mediala epikondylen på femur och fäster in medialt på tibia samt i mediala menisken. Någon del av ligamentet är alltid sträckt i hela ledens rörelseomfång. Det laterala kollateralligamentet utgår från femurs laterala epikondyl och fäster in på fibulahuvudet. Kollateralligamentet är sträckt då knäleden är extenderad medan ligamentet slappas vid knäflexion. Detta ger upphov till att en viss inåtrotation av tibia i förhållande till femur tillåts vid knäflexion och att tibia utåtrotteras i förhållande till femur så kallad ”screw home mechanism”, då knäleden extenderas och laterala kollateralligamentet sträcks (Canapp Jr. 2007).

Inne i leden finns en medial och en lateral menisk, samt ett främre och ett bakre korsband. Meniskernas funktion består bland annat i att stabilisera leden, öka kongruensen, samt bidra till proprioception och fungera som kraftutjämnare. Meniskerna sitter förankrade i ledkapseln, samt med hjälp av ligament. (Canapp Jr. 2007) Korsbanden består av ett främre och ett bakre ligament, som i sin tur vardera består av två delar. Det främre korsbandet utgår från fossa intercondylaris på laterala femurkondylen och löper kranialt i distal riktning för att fästa in kranialt i området mellan kondylerna på tibiaplatån (Rooster m.fl. 2006, König & Liebich 2009). Det främre korsbandet är uppdelat i två delar, en kranio-medial och en kaudolateral del benämnda efter sin inbördes infästning på tibia (Rooster m.fl. 2006). Den kranio-mediala delen är sträckt i hela ledens rörelseomfång, medan den kaudolaterala delen är sträckt vid extenderat knä och slappas vid knäflexion (Hayashi m.fl. 2004). Bakre korsbandet består också av två delar, men detta är mindre påtagligt än hos det främre korsbandet. Det bakre korsbandet utgår från fossa intercondylaris på mediala femurkondylen och sträcker sig i kaudal och distal riktning för att fästa in på tibia (König & Liebich 2009). Korsbandens funktion är att motverka krafter i kranio-kaudal riktning. Det främre korsbandet motverkar även inåtrotation av tibia i förhållande till femur. De båda korsbanden

bidrar också till ledproprioception. Korsbanden täcks av ett synovialmembran och skyddas på så sätt från den nedbrytande synoviala miljön. Ligamenten är således i praktiken att betrakta som extraartikulära, trots att de är placerade inne i knäleden (Rooster m.fl. 2006).

Blodförsörjningen av korsbanden sker framförallt via förgreningar av a. poplitea. Den infrapatellära fettkudden och det välvaskulariserade synovialmembranet som omsluter korsbanden utgör de viktigaste källorna till blodförsörjning. I korsbanden finns gott om mekanoreceptorer, vilka bidrar till ledproprioception och skyddsreflexer som syftar till att skydda korsbanden och leden från att skadas. Synovialmembranet som täcker korsbanden är välinnerverat, nerverna sträcker sig även in i ligamentens centralare delar. Dessa nervers funktion tros framförallt vara autonom blodflödesreglering och nociception. Själva korsbanden i sig anses vara tämligen smärtokänsliga. Viss smärta förmodas dock kunna uppfattas från de fria nervändslut som har påträffats i ligamenten. Korsbanden består, liksom meniskerna, framförallt av kollagen typ II. Aktivt stabiliseras knäleden av omgivande muskulatur såsom m. quadriceps, m. gastrocnemius, m. popliteus och hamstringsmuskulaturen (Rooster m.fl. 2006). I en studie på sexton friska labradorer var normalt passivt rörelseomfång i knäleden hos 95% av individerna mellan 40-43 grader vid maximal flexion och 160-164 grader vid maximal extension (Jaegger m.fl. 2002).

Främre korsbandsruptur

Extraartikulära ligament så som till exempel kollateralligament kan läka spontant. Detta ses inte hos intraartikulära mjukvävnader som till exempel menisker och korsband (Spindler 2006). Bakomliggande orsaker som har diskuterats på humansidan är bland annat synovians negativa inverkan på läkningen, förändringar i cellernas metabolism vid en skada och att cellernas inre blivit allt för skadade för att läkning skall kunna ske (Murray 2009). Det har dock nu konstaterats både på hund och människa att korsbandet, till skillnad från till exempel kollateralligamentet, inte bildar en fibrin-trombocyt plugg. Således bildas ej heller överbryggande ärrvävnad mellan de två skadade ligamentändarna (Murray 2009, Hayashi m.fl. 2004, Hayashi m.fl. 2003). Dock ses hos hund reparationssvar hos det synovialmembran som täcker korsbanden, men detta ger inte bildning av den fibrin-trombocytplugg (Hayashi m.fl. 2004, Hayashi m.fl. 2003) som är en förutsättning för att vävnaden skall läka. En förklaring till att detta inte sker är att intraartikulärt plasmin bryter ner pluggen. Vid ett trauma ökar mängden plasmin via en uppreglering av enzymet urokinas-plasminogenaktivator (Murray 2009).

Främre korsbandsruptur hos hund beror sällan på enbart ett trauma, vanligare orsakas rupturen av degenerativa processer i ligamentet. Orsaker till spontan ruptur som diskuteras kunna predisponera är bland annat övervikt, storväxt ras, felaktiga benvinklar, kastrationsstatus (Buote m.fl. 2009) ökande ålder ledinflammationer och immunmedierade artropatier (J. M. Johnson & A. L. Johnson 1993). Johnson och Johnson (1993) menar att raka knä- och hasvinklar predisponerar, likväl som genu varum och valgum. Hos unga hundar med raka bakbensvinklar så som labrador, mastiff och chow chow har en ökande prevalens av korsbandsskador konstaterats de senaste två decennierna (Piermattei Donald L

m.fl. 2006). Det är vanligt med rupturer av främre korsbandet även i den kontralaterala knäleden. Omkring en tredjedel av de hundar som spontant rupturerat sitt ena främre korsband kommer enligt en studie att inom två år även rupturera sitt andra främre korsband (Piermattei Donald L m.fl. 2006).

Diagnosen främre korsbandsruptur ställs oftast vid en klinisk undersökning. Typiska tecken är varierande grad av hälta, svullnad framförallt medialt över knäleden (så kallad medial buttress), varierande grad av smärta, positiv främre draglåda och positivt tibia-kompressionstest (Kirby 1993). Om tillståndet varat under en längre tid och kan betecknas som kroniskt, ses ofta atrofi av lårmuskulaturen och en förtjockning av ledkapseln till följd av fibrotisering (Fossum W Theresa m.fl. 2007). Positiv främre draglåda och/eller positivt tibia-kompressionstest är diagnostiskt. Röntgen, MR och artroskopi kan vara till hjälp i svårbedömda fall eller för att utesluta andra orsaker till knäproblemet (J. M. Johnson & A. L. Johnson 1993).

Behandlingen av hundar med korsbandsruptur syftar till att bromsa utvecklandet av degenerativ ledsjukdom, vilket är en vanlig följd (J. M. Johnson & A. L. Johnson 1993, Piermattei Donald L m.fl. 2006). Marshall och Olsson visade i sin studie (1971) att långvarig instabilitet i knäleden orsakar kraftiga degenerativa förändringar och meniskrupturer. Instabilitet ger också upphov till smärta och hälta, vilka ej längre förelåg hos hundarna då knäleden blev stabilare (Marshall & Olsson 1971). Behandlingen vid korsbandsruptur är antingen konservativ eller kirurgisk. Ingen konsensus råder dock gällande vilket som anses vara att föredra (Piermattei Donald L m.fl. 2006). Konservativ behandling betraktas som en möjlig strategi för hundar med låg kroppsvikt. Pond visade i en studie (1972) att hundar som vägde < 20 kilo fick en tillfredsställande knäfunktion vid konservativ behandling. Detta resultat sammanfaller väl med ytterligare en studie där konservativt behandlade hundar med en vikt på <15 kg erhöll en nöjaktig knäfunktion, medan tyngre hundar hade sämre resultat (Vasseur 1984). Dessa studier säger emellertid inget om knäfunktionen i ett längre perspektiv. I en experimentell studie uppgavs dock hundarna ha en mild hälta, muskelatrofi och ledsvullnad sju månader efter den inducerade korsbandsrupturen. Efter ungefär tjugo månader syntes ej någon hälta och en förtjockad ledkapsel kunde palperas (Marshall & Olsson 1971). Generellt ses en initial förbättring hos hundar efter en akut ruptur, vilket Johnson och Johnson (1993) förklarar med att den akuta inflammationen och hemartrosen upphör, samt att leden stabiliseras av att ledkapseln fibrotiseras och förtjockas. En återkommande hälta är då ofta orsakad av att artrosen progredierat, menisken gått sönder och/eller att ett partiellt rupturerat korsband gått av helt (J. M. Johnson & A. L. Johnson 1993). Trots att en klinisk förbättring sker efter den akuta skadan fortskrider den degenerativa processen i knäleden. Efter en vecka kan påbörjad uppfibring av brosket ses, efter två veckor ses en ökad vaskularisering runt leden. Osteofytbildning inleds mellan en och tre veckor efter rupturen, når sitt maximum vid två månader, för att sedan börja avta två år efter skadan. Medial ledsvullnad kan palperas efter cirka en månad. Fibrotiseringen av vävnader runt leden påbörjas sex veckor efter skadan. Ytterligare en vecka senare kan vanligen en meniskskada konstateras. Vid drygt tre månader börjar synoviten avta och vid fyra månader börjar brosket i knäleden brytas ner och osteoartrosen är ett faktum. (J. M. Johnson & A. L. Johnson 1993).

För att optimera knäfunktionen och minimera den degenerativa utvecklingen förordas i viss litteratur kirurgi oberoende av hundens storlek (Marshall & Olsson 1971, Piermattei Donald L m.fl. 2006, Fossum W Theresa m.fl. 2007, Jerre 2009). Andra menar att hänsyn skall tas till hundens storlek, aktivitetsnivå/användningsområde samt graden av instabilitet och skadans duration. En vikt på mer än 20 kilo, hög aktivitetsnivå/arbetande hundar, kraftig instabilitet som befaras leda till snabb och kraftig utveckling av leddegeneration samt hälta som varat i över två månader, skulle då föranleda kirurgisk- snarare än konservativ behandling (Pond 1972). Syftet med kirurgisk behandling är att skapa en stabilare led och på så sätt minimera utvecklingen av osteoartros (Kirby 1993, J. M. Johnson & A. L. Johnson 1993, Fossum W Theresa m.fl. 2007). I experimentella studier på hund där man inducerat en främre korsbandsruptur för att sedan omedelbart reparera korsbandet har man sett att dessa hundar ej utvecklat osteoartros. (Kirby 1993). Detta skulle i så fall tala för snabbt insatt kirurgisk behandling av främre korsbandsskada.

Det finns en mängd olika operationsmetoder för att åtgärda en främre korsbandsskada. Hundarna i denna studie har opererats med tibial plateau leveling osteotomy (TPLO), vilket är en vanligt förekommande metod (M G Conzemius 2005). TPLO syftar till att minska tibias förskjutning i kranial riktning, det vill säga en minskning av så kallad "tibial thrust" avses med operationen. Då hunden belastar sitt ben trycks tibia och femur mot varandra. En kranialt riktad kraft bildas då med avseende på tibia, eftersom tibiaplatån lutar i kaudodistal riktning. Tibia förskjuts vid belastning således framåt relativt femur, vilket normalt motverkas av bland annat det främre korsbandet. Då främre korsbandet rupturerat kan en patologisk förskjutning av tibia ske i kranial riktning. Denna förskjutning minskas med TPLO. Stabiliseringen av knäleden uppnås genom osteotomi av tibia. Benfragmentet vrids distalt och kaudalt så att lutningen på tibiaplatån reduceras. Därmed minskas även tibias framåtgång, det vill säga "tibial thrust". Osteotomin stabiliseras slutligen med en platta (Piermattei Donald L m.fl. 2006). Extrakapsulär stabilisering även kallad "lina", är en annan vanlig operationsmetod, som även den syftar till att minimera den ökade rörligheten i knäleden. Detta sker genom att en sutur fästes från tibia, vanligen crista tibia, till sesamoidbenen, i regel den laterala fabelen (Fossum W Theresa m.fl. 2007). Suturen syftar således till att mekaniskt motverka tibial thrust samt medial rotation av tibia.

Vad kan då förväntas postoperativt med avseende på funktion, rörelseomfång, smärta, muskelatrofi och andra parametrar som kan antas påverkade av skadan och operationen? I en studie på 280 hundar som opererades med TPLO för främre korsbandsruptur och kontrollerades postoperativt efter 12 och 24 månader visade flertalet en rörelseinskränkning på < 10 grader preoperativt. Hundarna med flexionsinskränkning förbättrades med hjälp av fysioterapi postoperativt, medan samma tydliga förbättring inte kunde ses hos hundar med en extensionsdefekt. Extensionsdefekten var positivt korrelerad till hälta och osteoartros i knäleden, och en inskränkning på > 10 grader gav upphov till en funktionsnedsättande hälta. Således bedömdes en extensionsdefekt mer negativt påverka hundens dagliga aktiviteter jämfört med en flexionsinskränkning (Jandi & Schulman 2007). I en studie av Jerre (2009) utvärderades 39 korsbandsskadade hundar preoperativt vid fyra, 12 och 24 veckor efter kirurgi med lina. Hundarna bedömdes med avseende

på hälta, muskelmassa och funktionsnivå med hjälp av VAS skattningsskala. Preoperativt visade samtliga hundar måttlig till kraftig hälta. Flertalet hade även minskat låromfång jämfört med det friska benet, samt även nedsatt aktivitetsnivå och funktion i form av stelhet efter vila och reducerad hoppförmåga. En månad postoperativt kvarstod ungefär samma låromfång som innan operationen och den övervägande majoriteten hundar var fortfarande halta om än i mindre grad (lindrigt till måttligt). Aktivitetsnivån hade ökat något och funktionsnedsättningarna hade överlag minskat. Detta gällde med undantag för förmågan att hoppa och problem förknippat med kallt väder. Efter 12 veckor var samtliga hundar fortfarande halta. Andelen lindrigt och kraftigt halta patienter hade dock ökat, skillnaden i muskelmassa hade minskat och funktion samt aktivitetsnivå hade ytterligare förbättrats. Vid 24 veckor postoperativt uppvisade majoriteten av hundarna ingen skillnad avseende låromfång och hältan bedömdes som lindrig eller måttlig. Majoriteten av hundarna hade återfått hela eller nästan hela sin normala aktivitetsnivå. Hos flertalet hundar kunde heller ingen skillnad i ledlaxitet kännas i det opererade benet i jämförelse med den intakta knäleden (Jerre 2009). M G Conzemius (2005) undersökte 131 korsbands- och meniskskadade labradorer på kraftmättningsplatta preoperativt samt två och sex månader postoperativt. Resultatet visade att majoriteten (> 85 %) av hundarna ett halvår efter operation inte återfått ett normalt rörelsemönster. Vad gäller pre- och postoperativ smärta vid korsbandsruptur är detta en mer svårbedömd parameter då det lämnar utrymme för subjektiva tolkningar om mätmetoder som visuell analog skala (VAS) eller numerical rating scale (NRS) används. Dessa metoder har i en studie uppvisat dålig korrelation med mer objektiva parametrar så som hjärtfrekvens, andningsfrekvens och medelartärtryck. Även de objektiva mätmetoderna kan dock påverkas av andra orsaker än smärta, exempelvis rädsla, stress, läkemedel och så vidare (M G Conzemius 1997).

Intentionen med detta arbete är att från en kinematisk utgångspunkt försöka utröna om, och i så fall på vilket sätt, rörelsemönstret förändras postoperativt efter en främre korsbandsruptur. Vanligen bedöms hundarna subjektivt, men då objektiva mätmetoder har visat sig vara känsligare (Saleh & Murdoch 1985, Evans m.fl. 2005, Gillette & T. Craig Angle 2008) skulle det således vara positivt om de objektiva mätmetoder som finns i ökad omfattning kunde användas i klinisk verksamhet. Vidare skulle objektiva mätmetoder möjliggöra en ökad reproducerbarhet, en förbättrad möjlighet att följa varje individs framsteg postoperativt på både kortare och längre sikt, samt kanske även förbättra möjligheten till ett mer individanpassat rehabiliteringsprogram.

Rörelsestudier

Kinesiologi, det vill säga läran om rörelser, kan delas in i kinetik och kinematik (DeCamp 1997). Inom kinetik studeras framförallt de krafter som uppkommer och verkar under rörelse, medan kinematiken syftar till att klargöra hur ett ben rör sig med avseende på till exempel rörelseomfång, stegtid och vinkelhastighet i en led utan att ta hänsyn till de krafter som verkar (DeCamp 1997, Gillette & T. Craig Angle 2008). Inversdynamik är ytterligare en metod för att studera rörelse. Metoden syntetiserar kinematik och kinetik, och parametrar så som effekt, moment och arbete kan studeras (Gillette & T Craig Angle 2008). Den vitt skilda morfometrin hos olika hundraser har i vissa fall visat sig kunna ge upphov till

skillnader i mätresultat. Detta leder till att morfometrisk data bör finnas tillgänglig för den ras som inkluderas i rörelsestudien för säkrare slutsatser med avseende på rörelsemekanik (Colborne m.fl. 2005).

Rörelsestudier kan utföras på hundens samtliga gångarter. I denna studie kommer skritt att analyseras. En gångart består av upprepade stegcykler. Varje stegcykel kan delas in i en understödsfas när tassens har kontakt med underlaget och en svävningssfas när tassens befinner sig i luften. Skritt är en symmetrisk gångart då samma typ av rörelse upprepas med hundens vänstra ben som med dess högra (DeCamp 1997). Understödsfasen upptar omkring $2/3$ av cykeln och svävningssfasen den resterande $1/3$. Två eller tre av tassarna har vanligen markkontakt samtidigt, endast undantagsvis har alla tassarna samtidig markkontakt. Ingen fullständig svävningssfas, det vill säga då alla fyra tassarna samtidigt saknar markkontakt, förekommer i skritt (Hottinger m.fl. 1996).

Kinetiskt kan skritt beskrivas som att den vertikalt riktade kraften (benämns Z) initialt ökar då tassens sätts i marken. Därefter minskar Z något då hunden rullar över med tyngden, för att sedan öka igen då hunden skjuter ifrån vid avslutandet av understödsfasen (DeCamp 1997). I understödsfasen utvecklas en kraniokaudal kraft (betecknas Y) samt en mediolateralt riktad kraft (betecknas X). I samband med tassisättning uppstår således en deceleration, vilket resulterar i en kaudalt riktad kraft på benet. Vid frånskjutet sker i stället en acceleration, vilket ger en kranialt riktad kraft. En kraft i medial riktning verkar i princip under hela understödsfasen (S C Budsberg m.fl. 1987).

Kinematiskt kan bak- och frambenens arbete i skritt beskrivas utifrån en repetitiv cykel av extension och flexion i olika leder. Höftleden extenderas i hela understödsfasen, under vilken extensionen initialt är något långsammare. I hela svävningssfasen sker istället en flexion i höftleden. I understödsfasen är knäleden initialt sträckt, för att sedan successivt böjas och nå cykelns mest uttalade flexion i mitten av svävningssfasen och därefter sträckas allt mer. I början och i slutet av understödsfasen sker en mer eller mindre uttalat förlångsammad flexion, medan sträckningen är snabbare precis i slutet av understödsfasen. Därefter inträffar en snabb extension under skrittens svävningssfas, där maximal sträckning inträffar strax innan tassens isättning i underlaget. Hasleden böjs något vid tassisättning för att sedan sträckas under hela understödsfasen fram till strax före frånskjutet. Då böjs hasen snabbt ånyo, för att nå sin mest uttalade flexion ungefär i mitten av svävningssfasen. Den mest påtagliga extensionen sker i sen understödsfas respektive i slutet av svävningssfasen. I senare delen av svävningssfasen sträcks hasleden (Hottinger m.fl. 1996, DeCamp 1997). Beroende på hastigheten i gångarten varierar knäledens rörelseomfång från ett maximalt genomsnittsvärde på 97,1 graders flexion vid snabb skritt (1,3m/s) till 101,5 grader vid långsam skritt (0,9m/s). Maximalt genomsnittligt värde för extension varierar mellan 133 grader vid snabb skritt till 135,1 grader i långsam skritt. Den genomsnittliga vinkelhastigheten förändras från 182,3 grader per sekund i snabb skritt till 154 grader per sekund då hastigheten sänktes till långsam skritt (Marsolais 2003).

Frambenens leder följer, likt bakbenets leder, en för respektive led karakteristisk cykel med flexion och extension. I understödsfasen ses en ökande, långsam flexion i bogleden. Under svävningssfasen övergår rörelsen till extension, vilken når sitt

största värde strax innan tassen sätts i marken. Karakteristiskt för armbågsleden är att den initialt i understödsfasen har en kort period av lätt flexion, vilket sammanfaller med att hunden tar tyngd på frambenet. Leden övergår sedan till att hållas i nästan maximal extension under större delen av understödsfasen men övergår i slutet av fasen till en snabb flexion. Armbågsleden böjs under första delen av svävningssfasen för att börja sträckas i senare delen av fasen och då vara redo för tasssättningen. Karpaleden hålls fixerad i sträckt läge genom större delen av understödsfasen, först i slutet övergår leden till att flekteras snabbt. Leden hålls flekterad under en del av svävningssfasen, för att i slutet av fasen börja sträckas så att tassen kan möta underlaget (Hottinger m.fl. 1996).

SYFTE

Syftet med studien var att utföra en pilotstudie över huruvida kinematik är en mätmetod som kan användas för att undersöka hur rörelsemönstret i skritt förändras hos hundar postoperativt efter unilateral främre korsbandsruptur.

MATERIAL OCH METODER

Hundar

I studien användes rörelsedata från fyra hundar av rasen labrador retriever. Två av hundarna bedömdes som friska utan tecken på ortopedisk sjukdom och två hundar hade opererats med TPLO för en unilateral främre korsbandsskada på vänster knä. Operationerna var utförda av samma ortopedkirurg några månader tidigare. Vid testtillfället vägde hundarna drygt 30 kg och var mellan drygt 2,5 år och 3,5 år gamla. Gruppen bestod av två tikar och två hanhundar. För närmare beskrivning av hundarna i studien se tabell 1.

Tabell 1. Sammanfattning av individer i studien

	Hund 1	Hund 2	Hund 3	Hund 4
Kön	tik	hane	hane	tik
Ålder vid testtillfälle	2år11 mån	2år 7 mån	3 år 6 mån	3 år 3 mån
Sjukdomsduration innan operation (veckor)	frisk	frisk	cirka 2,5	cirka 2
Vikt vid testtillfälle	32,5 kg	32,0kg	32,7 kg	30,4 kg
Operationsmetod			TPLO sin	TPLO sin
Operations datum			11-jan-07	05-maj-06
Tid mellan operation och test (månader)			cirka 8	cirka 16

Samtliga hundar undersöktes av veterinär innan de inkluderades i studien. För att ingå i försökets friska kontrollgrupp krävdes att hundarna genomgick alla undersökningar utan anmärkning och att ingen tidigare ortopedisk sjukdomshistoria förelåg. Inklusionskriterier för ”korsbandsgruppen” var att en unilateral främre korsbandsskada konstaterats med hjälp av positiv draglåda och att skadan sedan verifierats under operation. Även för denna grupp krävdes att hundarna saknade tidigare känd ortopedisk sjukdom och för övrigt bedömdes ha ett hälsotillstånd som gjorde att studien kunde genomföras. Val av operationsmetod beslöts av djurägare i samråd med veterinär.

Samtliga hundar i studien var privatägda och har efter förfrågan tillåtits delta i studien. Etiskt tillstånd fanns från Uppsala Djurförsöksetiska nämnd.

Insamling av mätdata

Hundarna fick skritta och trava på löpband vid flera tillfällen tills de bedömdes som invanda. Mätdata från det sista mättillfället är inkluderat i denna studie.

Hundarna filmades i två hastigheter i skritt, 0,78m/s och 0,94m/s, och två hastigheter i trav, 1,81m/s och 2,06m/s. Bandet startades långsamt och hastigheten ökades sedan successivt till dess att den första förutbestämda hastigheten (0,78m/s) nåddes och registrering av data genomfördes. Därefter ökades hastigheten till 0,94m/s och så vidare. Varje hastighet bibehölls under två minuter. Under varje tvåminutersperiod gjordes fyra registreringar på vardera tio sekunder. Registreringarna påbörjades vid 0 sekunder och därefter vid 30-, 60- och 90 sekunder. Hundföraren var densamma vid samtliga testtillfällen. Hundföraren stod framför hundarna och höll dem i löst koppel.

I studien användes ett löpband av märket Rodby®. Hastigheten kunde justeras med en noggrannhet på 0,2-0,3m/s. Mattan på löpbandet var tillverkad i ett gummi material och dess disponibla yta var 140x54 cm. Hundarna filmades i 240 Hz med sex höghastighetskameror av märket Qualisys ProReflex®. Tre kameror monterades på väggen längs löpbandets respektive långsida. Syftet var att varje markör på hunden simultant skulle kunna registreras av minst två kameror, detta för att registrera reflexmarkörernas tredimensionella rörelse. Hundarna var utrustade med 26 runda markörer av två storlekar, 12 mm (s) och 7mm (l) i diameter. Markörerna limmades på små fästkuddar, som i sin tur limmades på huden över bestämda anatomiska hållpunkter. De strukturer på vilka reflexmarkörer placerades var os metacarpale IV distalt (l), processus styloideus lateralt (l), laterala humerusepikondylen (s), akromion (s), spinae scapulae dorsalt (s), os metatarsale IV (l), laterala malleolen på tibia (l), laterala femurepikondylen (s), trochanter major (s), caudalt på sacrum (s), 10 cm caudalt från sacrum (s), tuber sacrale (l), processus spinosus på L6 (l), processus inclinalis på Th10 (s), os occipitale caudalt (s) och os frontalis mitt emellan ögonen. Markörerna placerades på både höger och vänster sida av hunden i de fall då benstrukturerna förekommer bilateralt. Markörerna applicerades vid varje tillfälle av en och samma person och då hunden stod så symmetriskt som möjligt.

Bearbetning av data

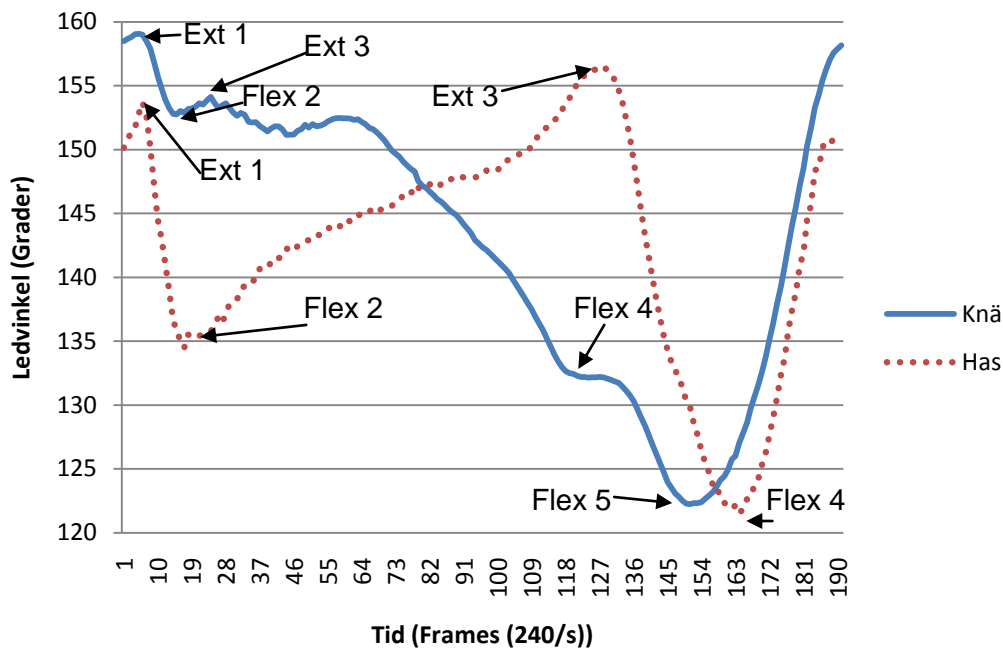
Mätdata hanterades initialt med hjälp av Qualisys Track Manager® (QTM®) för att sedan bearbetas manuellt utifrån tabell och graf. Datan överfördes därefter till en excelfil där kompletterande uträkningar och systematisering av data gjordes. Hundarna jämfördes för individskillnader eller likheter inom korsbands- respektive friska gruppen i både snabb och långsam skritt vid förutbestämda punkter under stegcykeln för armbågs- karpal- knä- och hasleder. Jämförelse gjordes även mellan grupperna.

De fem sista hela stegen i varje inspelad tiosekunderssekvens registrerades. Totalt registrerades fyra sekvenser i långsam skritt och lika många i snabb skritt. Om ett steg ansågs som påtagligt avvikande från de övriga i stegsekvensen inkluderades ej detta steg i datan. De fem framförvarade stegen inbegreps då istället. Syftet med detta var att försöka registrera ett så representativt rörelsemönster som möjligt för varje individ. Ett steg exkluderades också om kurvan inte var möjlig att bedöma på grund av att en del av diagrammet saknades vid registreringspunkten. Ett helt steg definierades som en stegcykel från en tassisättning till nästföljande. Vid behov avrundades tal till i tabellen närmast föregående tal. Endast parametrar i skritt kommer att analyseras i denna uppsats.

Understödsfas och svävningssfas bedömdes utifrån markörernas hastighet på metakarpalben och metatarsalben. Då hastigheten hade ett positivt värde fördes benet i kraniokaudal riktning, vilket antogs representera understödsfas. Då hastigheten hade ett negativt värde fördes benet i kaudokranial riktning, vilket antogs motsvara stegcykelns svävningssfas. Således övergick ett steg från understödsfas till svävningssfas och vice versa då värdet i tabellen passerade noll.

Under stegcykeln registrerades värdena i form av ledvinkel samt dess bildnummer vid vissa förutbestämda punkter. Knäledens rörelse bedömdes med hjälp av markörerna på trochanter major, humerusepikondylen och laterala malleolen. Under stegcykeln registrerades värdena för kurvans första extensionspeak (betecknas extension 1) i samband med tassisättning och andra extensionspeak (extension 3) mot slutet av understödsfasen. En av dessa två extensionstoppar motsvarade den maximala extensionen under stegcykeln. Även maxvärdet för flexionen (flexion 2) registrerades vid understödsfasen då hunden initialt tog vikt på bakbenet. I förekommande fall registrerades dessutom antingen flexionen (flexion 4) strax före frånskjut, alternativt knävärdet vid tassens frånskjut (flexion 4) beroende på hundens "gångstrategi". Likaså registrerades maximal flexion (flexion 5) under svävningssfasen. För mätvariabler se figur 1.

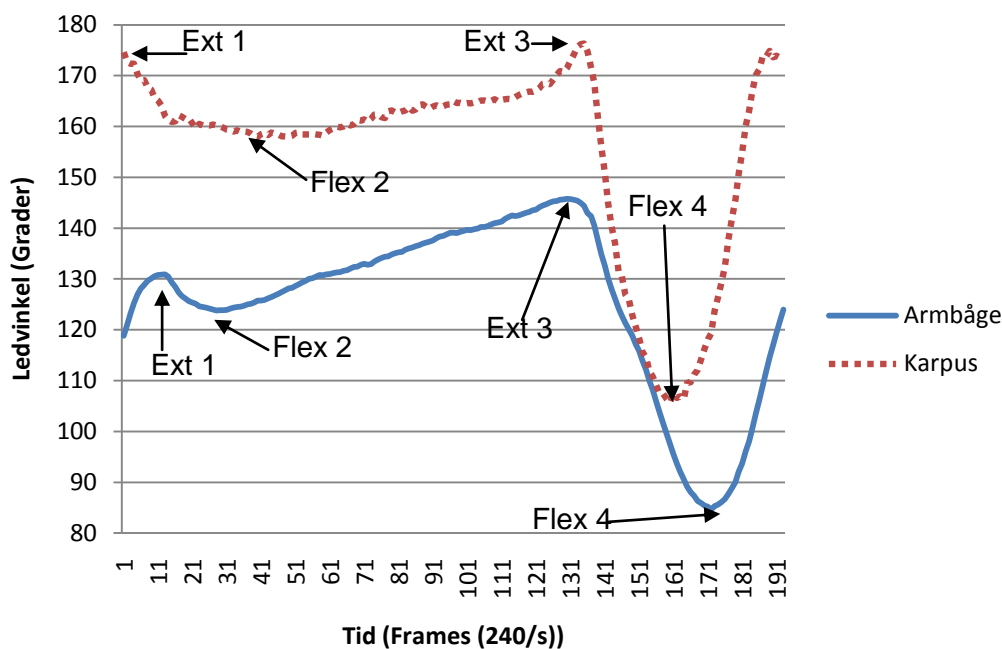
Värdena för hasleden erhöles utifrån markörer på humerusepikondylen, laterala malleolen och os metatarsale V. Under varje skrittsteg registrerades för hasen maximal extension i samband med tassisättning (betecknas extension 1), extension vid frånskjut i slutet av understödsfasen (extension 3), samt maximala flexionsvärden i samband med understödsfas (flexion 2) och svävningssfas (flexion 4). För mätvariabler se figur 1.



Figur 1. Mätvariabler för ett steg i skritt för knäled och hasled.

Armbågsleden tolkades med hjälp av markörer på akromion, laterala epikondylen och processus styloideus lateralis. Värden för maximal extension i samband med tassisättning (benämns extension 1) och maximal flexion vid understödsfasen (flexion 2), samt maximal extension i slutet av understödsfasen (extension 3) och maximal flexion under svängningsfasen (flexion 4). För mätvariabler se figur 2.

Karpaleden registrerades med hjälp av markörer på laterala epikondylen, processus styloideus lateralis och femte metakarpalbenet. Värden för maximal extension i samband med tassisättning (benämns extension 1), maximal flexion vid understödsfasen (flexion 2), samt maximal extension i slutet av understödsfasen (extension 3) och maximal flexion under svängningsfasen (flexion 4) registrerades för karpaleden. För mätvariabler se figur 2.



Figur 2. Mätvariabler för ett steg i skritt för armbågsled och karpalled.

Statistik

Individerna selekterades för att parvis matcha varandra med avseende på ålder, kön, vikt och operationsmetod (tabell 1), detta för att minimera nämnda parametrars eventuella påverkan på resultatet. Således matchades en hund ur den friska kontrollgruppen med en så likartad hund som möjligt i den korsbandsskadade gruppen.

Normalfördelningen av data bedömdes med Kolmogorov-Smirnovs test i statistikprogrammet Mini-Tab. P-värdet var $<0,05$, vilket visade att materialet var normalfördelat. Resultaten bearbetades med hjälp av parat T-test där $p < 0,001$, det vill säga att värden mindre än 0,001 indikerar att en signifikant skillnad föreligger.

RESULTAT

Endast signifikanta värden ($p < 0,001$) redovisas i resultatet. Hundarna jämfördes dels för individskillnader inom respektive frisk grupp (hund 1 och 2) och korsbandsgrupp (hund 3 och 4) och dels för skillnader mellan dessa två grupper. För bakbenets leder gjordes dessutom en jämförelse inom individen mellan höger och vänster ben och även mellan höger och vänster ben inom respektive grupp. I resultatet redovisas absoluta tal för medelvärde och standardavvikelse för signifikanta skillnader mellan frisk grupp och korsbandsgrupp. Skillnad inom individen för de parametrar där båda korsbandshundarna visade signifikanta värden redovisas som en jämförelse. Individvariation inom en grupp redovisas också.

Allmänna observationer

Kurvorna bedömdes generellt ha ett mer ojämnt och ”taggigt” utseende hos korsbandshundarna jämfört med motsvarande kurva hos de friska hundarna.

Armbågsleden

Höger armbågsled

Extension 1 (vid tassisättning): Det förelåg en tydlig skillnad både i snabb och långsam skritt hos korsbandsgruppen jämfört med den friska gruppen. Skillnaden bestod i att korsbandsgruppens hundar hade en större sträckning i armbågsleden (Tabell 2).

Flexion 2 (flexion i understödsfas): Hundarna i den friska gruppen sågs ha en mer uttalad böjning i jämförelse med korsbandsgruppen. Korsbandsgruppen valde således att bibehålla armbågsleden något mer sträckt i understödsfasen i båda hastigheterna (Tabell 2).

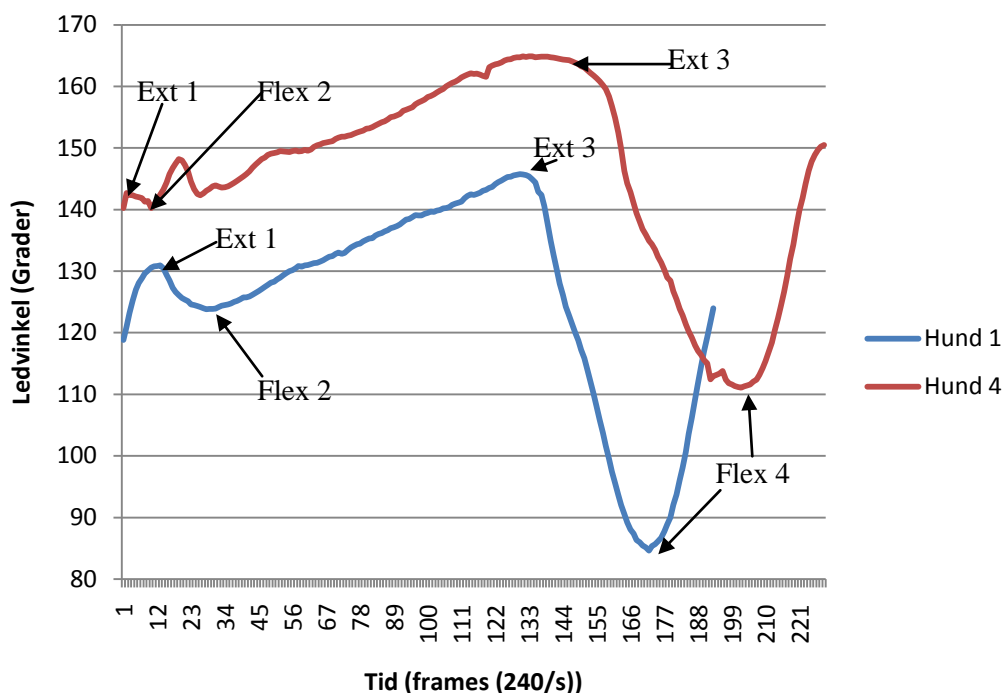
Extension 3 (tassens frånskjut i slutet på understödsfas): Korsbandshundarna hade en större extension vid frånskjutet än de friska hundarna. Detta gällde i både snabb och långsam skritt. Sträckningen blev dock mer påtaglig med ökande hastighet hos båda grupperna (Tabell 2). Det sågs även individuell variation inom båda grupperna.

Flexion 4 (maximal flexion under svävningssfas): Böjningen i svävningssfasen var i båda skritthastigheterna större hos gruppen med friska individer jämfört med de korsbandsopererade hundarna (Tabell 2). Flexionen var hos båda grupperna något mindre i långsam skritt jämfört med snabb. En individuell variation noterades inom båda grupperna i snabb skritt.

Aktivt rörelseomfång i understödsfas (differens mellan flexion 2 och extension 3): Ingen skillnad sågs vid jämförelse mellan grupperna. Det fanns en individuell variation inom korsbandsgruppen i snabb skritt.

Rörelseuttag i hela stegcykeln (differens mellan extension 3 och flexion 4): Det noterades att rörelseuttaget i båda skritthastigheterna var mindre hos korsbandsgruppen i relation till den friska gruppen (Tabell 2). Rörelseuttaget minskade med ökande hastighet hos båda grupperna. Det fanns även en individvariation hos båda grupperna i snabb skritt, samt för den friska gruppen i långsam skritt.

För jämförande exempel av ett steg i höger armbågsled hos frisk respektive korsbandsopererad hund, se figur 3.



Figur 3. Jämförande exempel på ett steg i långsam skritt höger armbågsled hos frisk hund (hund 1) och korsbandsopererad hund (hund 4). Extension 1= vid tassisättning. Flexion 2= i understödsfas. Extension 3= tassens frånskjut i slutet av understödsfas. Flexion 4= i svävningssfas.

Vänster armbågsled

Extension 1 (vid tassisättning): Ingen skillnad sågs vid jämförelse mellan grupperna. I snabb skritt förekom en individvariation mellan de korsbandsskadade hundarna.

Flexion 2 (flexion i understödsfas): Ingen skillnad sågs vid jämförelse mellan korsbandsgruppen och gruppen med friska hundar. Det förekom en individvariation i snabb skritt inom både korsbandsgrupp och frisk grupp.

Extension 3 (tassens frånskjut i slutet på understödsfas): Inga signifikanta värden noterades.

Flexion 4 (maximal flexion under svävningssfas): Korsbandshundarna böjde mindre i armbågsleden jämfört med sin friska kontrollgrupp i både snabb och långsam skritt (Tabell 2). Flexionen minskade hos båda grupperna med ökande hastighet.

Aktivt rörelseomfång i understödsfas (differens mellan flexion 2 och extension 3): Det visade sig att korsbandsgruppen i snabb skritt hade ett mindre rörelseuttag jämfört med den friska kontrollgruppen (Tabell 2).

Rörelseuttag i hela stegcykeln (differens mellan extension 3 och flexion 4): Det noterades att korsbandshundarna i både snabb och långsam skritt hade ett mindre

rörelseuttag än den friska gruppen (Tabell 2). Det förelåg en individuell variation inom respektive grupp i snabb skritt och hos den friska gruppen i långsam skritt.

Tabell 2. Medelvärde (MV) och standardavvikelse (SD) i grader för 20 steg i långsam respektive snabb skritt hos korsbandsgrupp och frisk grupp

ARMBÅGSLED	Frisk grupp				Korsbandsgrupp			
	LS	LS	SS	SS	LS	LS	SS	SS
	MV	SD	MV	SD	MV	SD	MV	SD
Extension 1 dx	132,8	8,2	134,7	5,6	144,1	4,7	140,1	8,5
Extension 1 sin	139,4	6,0	140,7	4,7	140,7	5,0	142,7	2,7
Flexion 2 dx	125,6	8,8	126,5	6,8	136,6	4,8	136,2	1,4
Flexion 2 sin	132,2	6,4	132,4	6,9	134,7	5,4	135,5	3,5
Extension 3 dx	146,7	8,5	150,0	7,0	156,9	4,2	158,6	2,7
Extension 3sin	152,3	7,4	156,0	7,6	153,4	4,8	157,2	2,6
Flexion 4 dx	85,0	8,8	90,2	7,1	101,9	5,6	105,4	2,6
Flexion 4 sin	94,5	6,9	99,1	6,3	102,6	5,2	105,2	2,3
Aktivt rörelseomfång understödfas dx	21,1	5,2	23,5	2,5	20,3	4,6	22,4	2,4
Aktivt rörelseomfång understödfas sin	20,1	4,4	23,6	3,8	18,7	4,2	18,3	2,1
Rörelseuttag hel stegcykel dx	66,3	7,0	65,9	8,0	55,1	4,0	53,2	4,2
Rörelseuttag hel stegcykel sin	80,3	23,3	80,1	23,3	50,8	4,5	52,0	2,0

LS: Långsam skritt. SS: snabb skritt. Fet stil indikerar signifikanta värden ($p < 0,001$) vid jämförelse mellan grupperna. Extension 1= vid tassisättning. Flexion 2= i understödfas. Extension 3= tassens frånskjut i slutet av understödfas. Flexion 4= i svävningfas. Aktivt rörelseomfång understödfas= differens mellan flexion 2 och extension 3. Rörelseuttag hel stegcykel= differens mellan extension 3 och flexion 4.

Karpalleden

Höger karpalld

Extension 1 (vid tassisättning): Inga skillnader mellan grupperna noterades, dock fanns en individvariation inom den friska gruppen i snabb skritt.

Flexion 2 (flexion i understödfas): Korsbandsgruppen uppvisade en påtagligt mindre flexion i understödfasen i både snabb och långsam skritt jämfört med den friska gruppen (Tabell 3). Korsbandsgruppen flekterade ännu mindre i snabb än i långsam skritt, medan den friska gruppen i stort sett höll vinkeln oförändrad. I båda skritthastigheterna förekom individskillnader inom den friska gruppen och i snabb skritt för korsbandsgruppens hundar.

Extension 3 (tassens frånskjut i slutet på understödfas): Ingen skillnad mellan grupperna kunde konstateras. Individskillnader förelåg hos båda grupperna i långsam skritt och hos den friska gruppen även i snabb skritt.

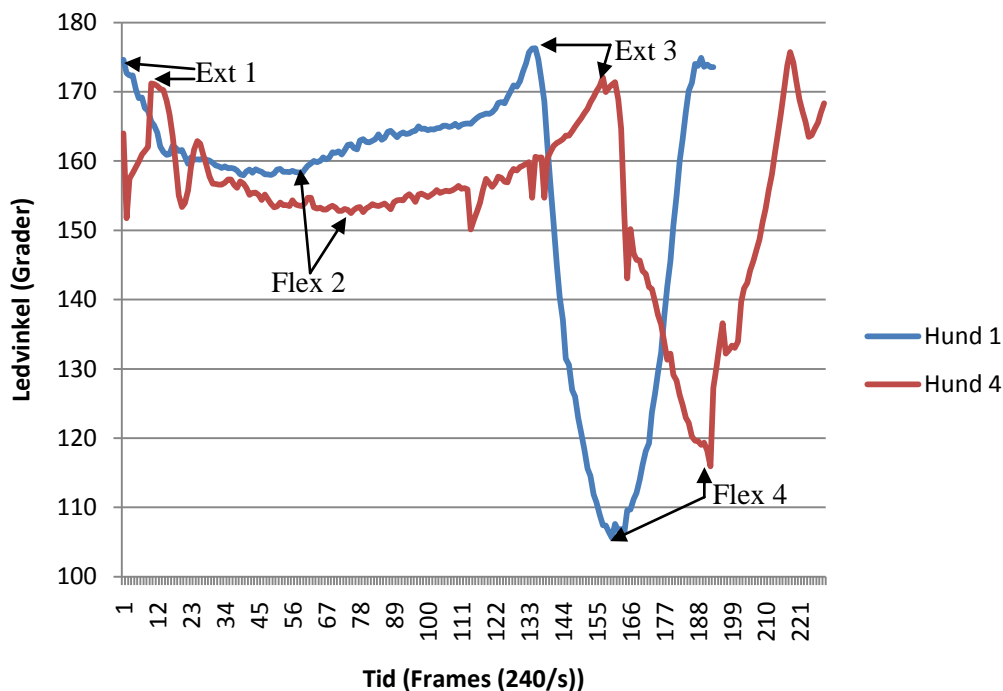
Flexion 4 (maximal flexion under svävningfas): Korsbandsgruppen flekterade mer i karpalleden vid jämförelse med den friska gruppen. Detta skedde både i långsam och snabb skritt (Tabell 3). Det fanns också individvariation i båda

grupperna i snabb skritt men enbart hos korsbandsskadade gruppen i långsam skritt.

Aktivt rörelseomfång i understödsfas (differensen mellan flexion 2 och extension 3): Korsbandsgruppen hade ett signifikant större rörelseuttag i båda skritthastigheterna då den jämfördes mot den friska gruppen (Tabell 3). Korsbandsgruppens rörelseuttag ökade också något då hastigheten ökade, medan rörelseuttaget hos den friska gruppen var relativt konstant.

Rörelseuttag i hela stegcykeln (differensen mellan extension 3 och flexion 4): Ingen skillnad sågs vid jämförelse mellan korsbandsgrupp och friska individer. Gruppen med korsbandsskadade hundar hade ett mindre rörelseuttag i både långsam och snabb skritt (Tabell 3). Det registrerades en individvariation hos korsbandsgruppen i båda hastigheterna.

För jämförande exempel av ett steg i höger karpalled hos frisk respektive korsbandsopererad hund, se figur 4.



Figur 4. Jämförande exempel på ett steg i långsam skritt höger karpalled hos frisk hund (hund 1) och korsbandsopererad hund (hund 4). Extension 1= vid tassisättning. Flexion 2= i understödsfas. Extension 3= tassens frånskjut i slutet av understödsfas. Flexion 4= i svävingsfas.

Vänster karpalled

Extension 1 (vid tassisättning): Det förekom en skillnad mellan grupperna i det att korsbandsgruppen höll karpalleden något mer sträckt än de friska individerna i långsam skritt (Tabell 3). Det sågs också en skillnad mellan individer i korsbandsgruppen både i långsam och snabb skritt.

Flexion 2 (flexion i understödsfas): Ingen skillnad sågs vid jämförelse mellan grupperna. Individskillnader förekom inom korsbandsgruppen för både långsam och snabb skritt.

Extension 3 (tassens frånskjut i slutet på understödsfas): Vid jämförelse mellan grupperna i snabb skritt extenderade inte korsbandsgruppen karpalleden i lika hög grad vid frånskjutet som individer i den friska gruppen (Tabell 3).

Flexion 4 (maximal flexion under svävningssfas): Korsbandsgruppen flekterade mer i karpalleden vid jämförelse med den friska gruppen i långsam skritt (Tabell 3). Den friska gruppen uppvisade individvariation i snabb skritt.

Aktivt rörelseomfång i understödsfas (differens mellan flexion 2 och extension 3): Inga signifikanta värden noterades mellan grupperna. Det förekom en individskillnad hos korsbandsgruppen för båda hastigheterna.

Rörelseuttag i hela stegcykeln (differensen mellan extension 3 och flexion 4): Inga signifikanta värden noterades.

Tabell 3. Medelvärde (MV) och standardavvikelse (SD) i grader för 20 steg i långsam respektive snabb skritt hos korsbandsgrupp och frisk grupp

KARPALLED	Frisk grupp				Korsbandsgrupp			
	LS	LS	SS	SS	LS	LS	SS	SS
	MV	SD	MV	SD	MV	SD	MV	SD
Extension 1 dx	155,9	16,9	174,1	1,8	173,2	1,4	173,6	1,3
Extension 1 sin	174,3	1,1	174,3	1,2	175,3	1,3	176,3	1,5
Flexion 2 dx	160,6	2,7	161,0	2,8	156,9	7,9	146,4	4,1
Flexion 2 sin	158,5	1,9	159,0	1,5	155,1	8,9	155,6	8,5
Extension 3 dx	175,5	1,2	175,8	1,0	174,8	1,8	175,1	1,4
Extension 3sin	174,8	1,0	175,3	1,5	173,1	5,1	173,9	1,9
Flexion 4 dx	105,1	4,5	105,0	4,7	109,6	6,0	110,7	4,4
Flexion 4 sin	107,2	5,2	106,7	6,0	115,2	4,2	112,7	10,6
Aktivt rörelseomfång understödfas dx	14,9	3,4	14,8	3,4	17,9	7,1	21,0	8,7
Aktivt rörelseomfång understödfas sin	16,4	1,7	16,3	1,3	18,1	9,6	18,3	8,8
Rörelseuttag hel stegcykel dx	70,4	3,9	70,8	4,3	65,2	6,8	64,4	4,5
Rörelseuttag hel stegcykel sin	48,3	23,3	46,4	26,3	58,1	5,5	61,2	10,7

LS: Långsam skritt. SS: snabb skritt. Fet stil indikerar signifikanta värden ($p < 0,001$) vid jämförelse mellan grupperna. Extension 1= vid tassisättning. Flexion 2= i understödsfas. Extension 3= tassens frånskjut i slutet av understödsfas. Flexion 4= i svävningssfas. Aktivt rörelseomfång understödfas=differens mellan flexion 2 och extension 3. Rörelseuttag hel stegcykel= differens mellan extension 3 och flexion 4.

Knäleden

Höger knäled

Extension 1 (vid tassisättning): Korsbandsgruppen hade en mindre grad av extension i samband med tassisättning jämfört mot den friska gruppen. Detta gällde i båda skritthastigheterna (Tabell 4). Extensionen minskade något då hastigheten ökades. Det sågs individskillnader inom båda grupperna i både långsam och snabb skritt.

Flexion 2 (flexion i understödsfas): Gruppen med korsbandsskadade hundar uppvisade en större flexion jämfört med den friska gruppen i långsam och snabb skritt (Tabell 4). Flexionen minskade med ökande hastighet hos båda grupperna. Individvariation registrerades hos båda grupperna i båda hastigheterna.

Extension 3 (extension mot slutet av understödsfas): Korsbandsgruppen hade en mindre grad av extension i knäleden både i långsam och snabb skritt i jämförelse med gruppen av friska hundar. Extensionen minskade något då tempot ökade (Tabell 4). En individvariation förekom i båda hastigheterna hos båda grupperna.

Flexion 4 (flexion i samband med frånskjut): Ingen signifikans noterades då de båda grupperna jämfördes. Individvariation hos båda grupperna i båda skritthastigheterna förekom.

Flexion 5 (maximal flexion under svävningssfas): Ingen signifikant skillnad vid jämförelse mellan grupperna konstaterades. Individskillnader registrerades i långsam och snabb skritt hos korsbandsgruppen. Flexionen ökade något med ökande hastighet.

Maxextension (extension 1 eller 3): Korsbandsgruppen uppnådde en lägre maximal extension i båda skritthastigheterna jämfört med den friska gruppen (Tabell 4). En skillnad på individnivå sågs hos båda grupperna i snabb skritt, samt hos den friska gruppen i långsam skritt. Maxextensionen var något högre i långsam skritt än i snabb skritt.

Aktivt rörelseomfång i understödsfas (differens mellan flexion 2 och maxextension): Rörelseuttaget hos korsbandsgruppen var mindre än hos gruppen med friska individer. Detta sågs i båda hastigheterna (Tabell 4). Individskillnader förelåg hos båda grupperna i långsam skritt. Även i snabb skritt förelåg en skillnad, men då bara hos korsbandsgruppen.

Rörelseuttag i hela stegcykeln (differens mellan maxextension och flexion 5): Rörelseuttaget hos gruppen med korsbandsskadade hundar var mindre i långsam skritt vid jämförelse med den friska gruppen (Tabell 4). Individvariation fanns inom korsbandsgruppen vid snabb skritt.

”Knäböj” (differens mellan extension 1 och flexion 2): Inga signifikanta värden registrerades vid jämförelse mellan grupperna. En individvariation noterades för korsbandsgruppen för båda hastigheterna och för den friska gruppen i snabb skritt.

Tid mellan tassisättning och maxextension: En skillnad mellan korsbandsgrupp och frisk grupp sågs i långsam skritt, då korsbandsgruppen i större utsträckning uppnådde maxextension i knäleden en längre tid innan tassisättning än gruppen av friska individer (Tabell 4). En individvariation noterades för korsbandsgruppen i båda skritthastigheterna.

Vänster knäled

Extension 1 (vid tassisättning): Korsbandsgruppen hade en mindre grad av extension i samband med tassisättning jämfört mot den friska gruppen både i snabb och långsam skritt (Tabell 4). Förekomst av individvariation sågs hos korsbandsgruppen i båda skritthastigheterna. Extensionen ökade något med lägre hastighet.

Flexion 2 (flexion i understödsfas): Gruppen av korsbandsskadade hundar uppvisade en större grad av flexion jämfört med den friska gruppen i långsam- och snabb skritt (Tabell 4). Flexionen minskade med ökande hastighet hos båda grupperna. Individskillnad förelåg hos båda grupperna i snabb skritt. Flexionen minskade något med ökande hastighet. Detta sågs framförallt hos de friska hundarna.

Extension 3 (extension mot slutet av understödsfas): Hos korsbandsgruppen förekom en mindre grad av sträckning i både långsamt och snabbt tempo då jämförelse gjordes mot den friska gruppen. Extensionen minskade något då tempot ökade (Tabell 4). Individvariation noterades hos båda grupperna i snabb skritt. Extensionen ökade något i långsam jämfört med snabb skritt.

Flexion 4 (flexion i samband med frånskjut): Korsbandsgruppen uppvisade en större flexion jämfört med den friska gruppen i långsam skritt (Tabell 4). Individvariation sågs hos båda grupperna i båda hastigheterna. Flexionen ökade något i snabb skritt.

Flexion 5 (maximal flexion under svävningssfas): I långsam och snabb skritt fanns en skillnad mellan grupperna som bestod i att korsbandsgruppen uppvisade en mindre grad av flexion jämfört med den friska gruppen (Tabell 4). Individvariation noterades hos båda grupperna i långsam skritt. En viss grad av ökande flexion sågs vid lägre hastighet hos den friska gruppen och vice versa hos korsbandsgruppen.

Maxextension (extension 1 eller 3): Korsbandsgruppen uppnådde en mindre extension i både långsam och snabb skritt jämfört med den friska gruppen (Tabell 4). En variation på individnivå sågs hos korsbandsgruppen i snabbt och långsamt tempo. Maxextensionen hos den friska gruppen ökade i långsam skritt jämfört med det snabbare tempot. Förhållandet var det motsatta hos korsbandsgruppen.

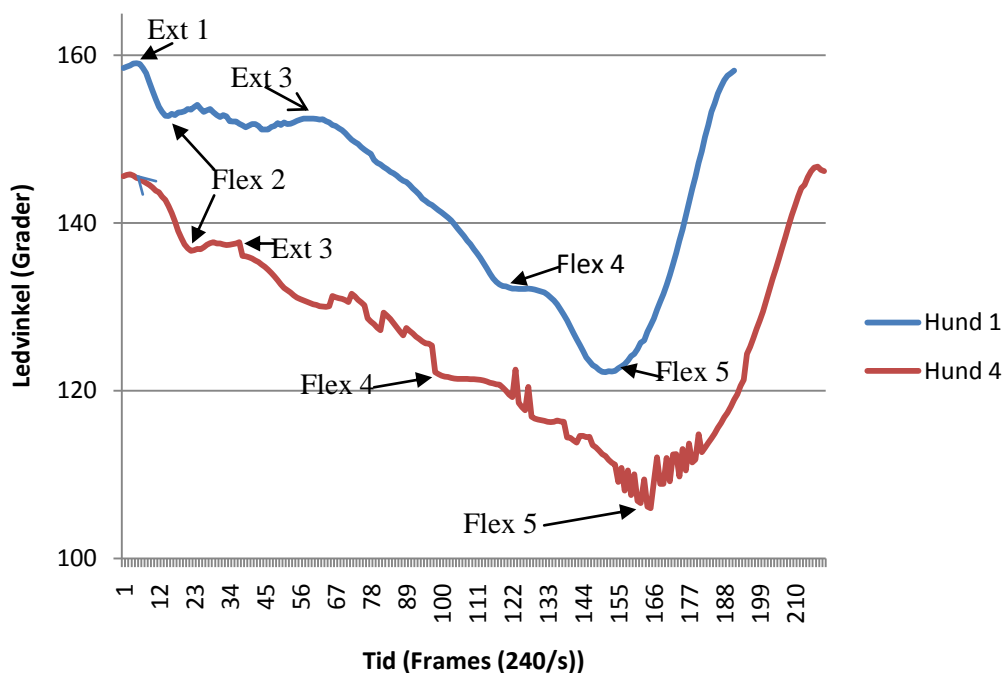
Aktivt rörelseomfång i understödsfas (differens mellan flexion 2 och maxextension): Rörelseuttaget hos korsbandsgruppen var mindre än hos gruppen med friska individer. Detta sågs i båda hastigheterna (Tabell 4). Individskillnader förelåg hos båda grupperna i båda skritthastigheterna.

Rörelseuttag i hela stegcykeln (differens mellan maxextension och flexion 5): En olikhet fanns mellan korsbandsgrupp och friska individer vid snabb skritt i det att korsbandsgruppen hade ett mindre rörelseuttag (Tabell 4). Individvariation registrerades hos korsbandsgruppen i snabb skritt. Parametern minskade något då hastigheten ökade.

”Knäböj” (differens mellan extension 1 och flexion 2): Inga skillnader registrerades vid jämförelse mellan grupperna. Individvariation noterades hos korsbandsgruppen i båda hastigheterna och hos den friska gruppen vid snabb skritt.

Tid mellan tassisättning och maxextension: Ingen skillnad noterades vid jämförelse mellan grupperna. Individvariation fanns i långsam skritt hos korsbandsgruppen.

För jämförande exempel av ett steg i vänster knäled hos frisk respektive korsbandsopererad hund, se figur 5.



Figur 5. Jämförande exempel på ett steg i långsam skritt vänster knäled hos frisk hund (hund 1) och korsbandsopererad hund (hund 4). Extension 1= vid tassisättning. Flexion 2= i understödsfas. Extension 3= sträckning i slutet av understödsfas. Flexion 4= början i samband med frånskjut. Flexion 5=svävning.

Tabell 4. Medelvärde (MV) och standardavvikelse (SD) i grader för 20 steg i långsam respektive snabb skritt hos korsbandsgrupp och frisk grupp

KNÄLEDEN	Frisk grupp				Korsbandsgrupp			
	LS	LS	SS	SS	LS	LS	SS	SS
	MV	SD	MV	SD	MV	SD	MV	SD
Extension 1 dx	154,5	5,1	153,7	5,4	142,3	2,6	141,9	1,7
Extension 1 sin	159,0	1,9	157,7	2,1	148,2	3,4	143,6	3,2
Flexion 2 dx	147,5	4,6	145,0	3,4	132,7	5,0	130,5	5,0
Flexion 2 sin	152,6	1,5	150,0	2,2	136,8	1,9	136,9	2,6
Extension 3 dx	148,6	4,2	146,1	2,9	136,9	4,5	134,7	4,7
Extension 3sin	153,9	1,6	151,2	2,3	139,1	1,6	138,8	2,9
Flexion 4 dx	127,9	3,4	125,9	4,3	126,8	5,1	126,0	4,7
Flexion 4 sin	133,2	5,3	129,4	2,4	120,8	4,4	121,4	4,3
Flexion 5 dx	111,3	16,7	116,0	5,2	104,3	6,3	105,2	7,6
Flexion 5 sin	118,8	2,1	121,6	1,6	110,4	1,9	108,9	15,8
Maxextension dx	154,5	5,1	153,7	5,4	142,6	2,2	141,9	1,7
Maxextension sin	159,0	1,9	157,8	1,6	143,1	3,0	144,4	2,4
Aktivt rörelseomfång understödfas dx	26,6	2,7	27,7	2,5	15,9	6,1	15,9	6,1
Aktivt rörelseomfång understödfas sin	34,1	5,6	33,4	4,5	22,5	7,1	23,0	6,4
Rörelseuttag hel stegcykel dx	40,8	2,2	37,7	2,5	30,3	2,9	36,7	8,9
Rörelseuttag hel stegcykel sin	40,2	3,3	36,2	2,0	35,2	15,5	33,0	1,9

LS: Långsam skritt. SS: snabb skritt. Fet stil indikerar signifikanta värden ($p < 0,001$) vid jämförelse mellan grupperna. Extension 1= vid tassisättning. Flexion 2= i understödfas. Extension 3= sträckning i slutet av understödfas. Flexion 4= böjning i samband med frånskjut. Flexion 5=svävningfas. Maxextension= extension 1 eller extension 3. Aktivt rörelseomfång understödfas=differens mellan flexion 2 och maxextension. Rörelseuttag hel stegcykel= differens mellan maxextension och flexion 4.

Sidoskillnad inom den korsbandsopererade individen

Vid jämförelse mellan den korsbandsskadade vänstra knäleden och den friska högra knäleden hos respektive individ framkom signifikanta värden för både hund 3 och 4 avseende nedanstående parametrar.

Flexion 2 snabb skritt: Båda hundarna flekterade vänster knäled i mindre grad än höger.

Flexion 4 långsam skritt: En större flexion sågs i vänster knäled hos båda hundarna.

Flexion 4 snabb skritt: En större flexion sågs i vänster knäled hos båda hundarna.

Maximal extension i snabb skritt: Den maximala extensionen var mindre i vänster knäled hos hund 3, medan den var större i vänster knäled hos hund 4.

Aktivt rörelseomfång i understödsfasen i långsam skritt: Rörelseuttaget var större i vänster knäled hos de båda hundarna.

Aktivt rörelseomfång i understödsfasen i snabb skritt: Rörelseuttaget var större i vänster knäled hos hund 3 och 4.

Rörelseuttag i hela stegcykeln i snabb skritt: Hos hund 3 förelåg ett större rörelseuttag i vänster knäled. Hos hund 4 var rörelseuttaget det omvända, det vill säga ett större rörelseuttag i höger knäled.

”Knäböj”långsam skritt: Rörelseuttaget var större i höger knäled hos båda hundarna.

”Knäböj”snabb skritt: Rörelseuttaget var hos både hund 3 och 4 större i höger knäled.

Hasleden

Höger hasled

Extension 1 (vid tassisättning): Korsbandsgruppen höll hasen mindre extenderad jämfört med den friska gruppens hundar. Detta sågs både i långsam och snabb skritt (Tabell 5). Individvariation sågs hos korsbandsgruppen i snabbt tempo och hos den friska gruppen vid både långsam och snabb skritt.

Flexion 2 (flexion i understödsfasen): Skillnaden mellan korsbandsgrupp och frisk grupp bestod i att korsbandsgruppen flekterade mer både i långsam och snabb skritt (Tabell 5). Flexionen blev mer uttalad vid ökande hastighet hos båda grupperna. Individskillnad registrerades hos båda grupperna i båda hastigheterna.

Extension 3 (tassens frånskjut i slutet av understödsfas): Korsbandsgruppen visade i snabb skritt en mindre uttalad extension i jämförelse med den friska gruppen (Tabell 5). Individvariation registrerades för båda grupperna vid långsam- och snabb skritt.

Flexion 4 (maximal flexion under svävningssfas): Korsbandsgruppens hundar hade en mer uttalad flexion i svävningssfasen då de jämfördes med den friska gruppen. Detta gällde i både långsam och snabb skritt (Tabell 5). Individskillnad registrerades hos båda grupperna i båda hastigheterna.

Aktivt rörelseomfång i understödsfas (differens mellan flexion 2 och extension 3): För korsbandsgruppen registrerades ett större rörelseuttag jämfört med den friska gruppen i båda hastigheterna (Tabell 5). Rörelseuttaget ökade vid högre tempo. Individvariation konstaterades hos korsbandsgruppen i snabb skritt och för den friska gruppen i både snabb och långsam skritt.

Rörelseuttag i hela stegcykeln (differens mellan extension 3 och flexion 4): Hos korsbandsgruppen noterades ett större rörelseuttag vid jämförelse med den friska gruppen. Detta gällde båda hastigheterna (Tabell 5). Individskillnad sågs hos den friska gruppen i både snabb och långsam skritt.

Vänster hasled

Extension 1 (vid tassisättning): Vid jämförelse mellan grupperna förelåg en skillnad som både i långsam och snabb skritt bestod i att korsbandsgruppen höll hasen mindre extenderad (Tabell 5). En individskillnad förelåg hos båda grupperna i båda hastigheterna.

Flexion 2 (flexion i understödsfas): Korsbandsgruppen visade en större flexion jämfört med den friska gruppen i båda hastigheterna (Tabell 5). Flexionen blev mer uttalad vid ökande hastighet. Individskillnad registrerades hos båda grupperna i båda hastigheterna.

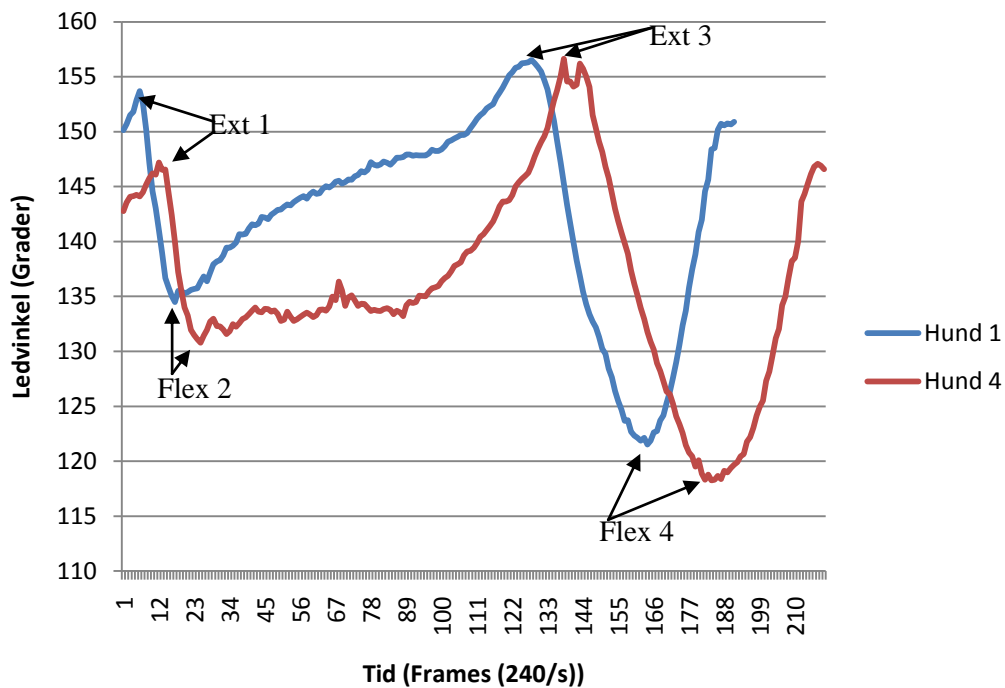
Extension 3 (tassens frånskjut i slutet på understödsfas): Ingen skillnad förelåg mellan grupperna. Individvariation registrerades för båda grupperna vid långsam och snabb skritt.

Flexion 4 (maximal flexion under svävningssfas): Korsbandsgruppen flekterade mer i hasleden jämfört med den friska gruppen både i långsam och snabb skritt (Tabell 5). Individskillnad registrerades hos båda grupperna i båda hastigheterna.

Aktivt rörelseomfång i understödsfasen (differens mellan flexion 2 och extension 3): För korsbandsgruppen noterades ett större rörelseuttag i jämförelse med den friska gruppen i båda skritthastigheterna (Tabell 5). Rörelseuttaget ökade vid högre tempo. Individvariation konstaterades hos korsbandsgruppen vid långsamt tempo.

Rörelseuttag i hela stegcykeln (differens mellan extension 3 och flexion 4): Hos korsbandsgruppen sågs i snabb skritt ett större rörelseuttag än hos den friska gruppen (Tabell 5). Individskillnad registrerades hos korsbandsgruppen i både långsam och snabb skritt och hos den friska gruppen i snabb skritt.

För jämförande exempel av ett steg i vänster hasled hos frisk respektive korsbandsopererad hund, se figur 6.



Figur 6. Jämförande exempel på ett steg i långsam skritt vänster hasled hos frisk hund (hund 1) och korsbandsopererad hund (hund 4). Extension 1= vid tassisättning. Flexion 2= i understödsfas. Extension 3= tassens frånskjut i slutet av understödsfas. Flexion 4= i svävningsfas.

Tabell 5. Medelvärde (MV) och standardavvikelse (SD) i grader för 20 steg i långsam respektive snabb skritt hos korsbandsgrupp och frisk grupp

HASLED	Frisk grupp				Korsbandsgrupp			
	LS	LS	SS	SS	LS	LS	SS	SS
	MV	SD	MV	SD	MV	SD	MV	SD
Extension 1 dx	159,4	7,4	158,5	6,5	151,5	2,0	150,2	1,6
Extension 1 sin	157,9	5,1	156,3	4,5	151,4	3,7	150,1	3,5
Flexion 2 dx	144,8	8,8	140,8	6,0	134,0	7,5	128,6	7,1
Flexion 2 sin	143,5	6,9	138,3	6,4	138,4	5,8	134,7	5,3
Extension 3 dx	163,5	8,0	165,0	7,9	161,1	3,7	162,6	3,7
Extension 3sin	161,9	6,6	162,9	6,1	160,7	6,0	144,1	24,8
Flexion 4 dx	129,4	10,1	130,4	10,2	120,1	3,3	119,5	3,7
Flexion 4 sin	127,5	7,4	128,9	8,4	125,0	2,9	123,1	3,6
Aktivt rörelseomfång understödfas dx	25,6	7,0	27,3	5,8	30,6	2,4	34,0	4,0
Aktivt rörelseomfång understödfas sin	18,4	3,6	24,7	2,7	22,1	2,9	28,1	2,3
Rörelseuttag hel stegcykel dx	34,1	3,5	34,6	3,3	41,0	2,8	43,0	1,4
Rörelseuttag hel stegcykel sin	34,4	3,3	34,1	3,2	35,7	4,5	39,7	3,4

LS: Långsam skritt SS: snabb skritt Fet stil indikerar signifikanta värden ($p < 0,001$) vid jämförelse mellan grupperna. Extension 1= vid tasssättning. Flexion 2= i understödsfas. Extension 3= tassens frånskjut i slutet av understödsfas. Flexion 4= i svängningsfas. Aktivt rörelseomfång understödsfas=differens mellan flexion 2 och extension 3. Rörelseuttag hel stegcykel= differens mellan extension 3 och flexion 4.

Sidoskillnad inom den korsbandsopererade individen

Vid jämförelse mellan vänster och höger hasled hos respektive individ framkom signifikanta värden för både hund 3 och 4 avseende nedanstående parametrar.

Extension 1 långsam skritt: Hund 3 hade en större extension i vänster hasled. Hos hund 4 var förhållandet omvänt, det vill säga höger hasled uppvisade en större extension.

Extension 1 snabb skritt: Hund 3 hade en större extension i sin vänstra hasled. Hos hund 4 var förhållandet omvänt, det vill säga höger hasled hade en större extension.

Flexion 2 långsam skritt: Båda hundarna hade en mer uttalad flexion i höger hasled.

Flexion 2 snabb skritt: Hund 3 och 4 uppvisade en större flexion i sin högra hasled.

Extension 3 snabb skritt: Hund 3 hade en mer uttalad extension i vänster hasled. Hos hund 4 var förhållandet omvänt, det vill säga höger hasled uppvisade en större extension.

Flexion 4 långsam skritt: Hos båda hundarna registrerades en större flexion i höger hasled.

Flexion 4 snabb skritt: Båda hundarna uppvisade en större flexion i höger hasled.

Maximalt rörelseuttag i understödsfas långsam skritt: Hos båda individerna sågs ett större rörelseuttag i höger hasled.

Understödsfas och svävningsfas höger och vänster bak

Höger bakben

Långsam skritt: Vad gäller höger bak varierade understödsfasen mellan 67,4% och 71,7 % av den totala stegcykeln hos de olika hundarna. Signifikant skillnad förekom mellan frisk grupp och korsbandsgrupp i understödsfasen. Medelvärdet för frisk grupp var 68,3% och för korsbandsgrupp 70,4% av den totala cykeln. Individvariation förekom hos korsbandsgruppen. Medelvärdet för svävningsfasen hos den friska gruppen var 31,7% och för korsbandsgruppen 29,6%. Det fanns en variation mellan 28,3% och 32,6% . Vid jämförelse av svävningsfasen noterades dock ingen signifikant skillnad mellan grupperna. Det förekom en individvariation inom den friska gruppen

Snabb skritt: Det registrerades en variation i understödsfasen mellan 63,9% och 68,0% av den totala stegcykeln. En signifikant skillnad noterades i understödsfasen mellan gruppen med friska individer och den med korsbandsskadade. Medelvärdet för den friska gruppen var 69,9% och för korsbandsgruppen 66,9% av hela stegcykeln. Individvariation noterades för korsbandsgruppen. Vid jämförelse av svävningsfasen noterades ingen signifikant skillnad mellan grupperna. Medelvärdet för svävningsfasen hos den friska gruppen var 35,1% och för korsbandsgruppen 33,1%. Det fanns en variation mellan 31,9% och 36,1% i svävningsfasen. Det förekom en individvariation inom den friska gruppen.

Vänster bakben

Långsam skritt: Det förekom ingen signifikant skillnad i understödsfasen mellan den friska gruppen hundar och gruppen med korsbandsskadade. Understödsfasen varierade mellan 64,1% och 68,3% av den totala stegcykeln. Medelvärdet var 67,8% hos den friska gruppen och 64,9% hos korsbandsgruppen. Individvariation sågs hos korsbandsgruppen. Vid jämförelse av svävningsfasen registrerades en signifikant skillnad mellan grupperna. Medelvärdet för svävningsfasen hos den friska gruppen var 32,2% och för korsbandsgruppen 35,1% av stegcykeln. Det fanns en variation mellan 31,7% och 35,89%. Det förekom en individvariation inom korsbandsgruppen.

Snabb skritt: En signifikant skillnad konstaterades mellan korsbandsgruppen och gruppen med friska individer. Medelvärdet för den friska gruppen var 65,1% och 63,1% för gruppen med korsbandsskadade hundar. Understödsfasen varierade mellan 62,8% och 66,1% av den totala stegcykeln. Det förelåg en individvariation hos korsbandsgruppen. En signifikant skillnad fanns också mellan korsbandsgrupp och frisk grupp även i svävningsfasen. Medelvärdet för svävningsfasen hos den friska gruppen var 34,9% och för korsbandsgruppen

37,0% av stegcykeln. Det fanns en variation mellan 31,7% och 35,89%. Det förekom en individvariation inom den friska gruppen.

DISKUSSION

Material- och metoddiskussion

Hundarna i studien var av rasen labrador retriever. Orsakerna till att denna ras valdes är flera. Labradoren är en vanlig ras i Sverige och korsbandsskador förekommer inom rasen. Hundarna är som regel trevliga och lätta att ha att göra med. En fördel är att de har kort päls, vilket underlättar markörplaceringen. Ett annat viktigt skäl till valet av ras var att det kinematiska program som användes är utprovat på labradorer. Colborne et al visade i en studie (2005) att olika rasers morfometri kan påverka resultatet i rörelseanalysstudier. Detta är ännu en anledning till att begränsa studien till enbart labradorer. För att ytterligare försöka minimera kropps-konstitutionens påverkan på resultatet valdes dessutom att försöka matcha en TPLO-opererad och en frisk hund med varandra.

Under försöket applicerades markörer på hundens hud för att märka ut skelettstrukturer. Detta är en möjlig felkälla, då risk föreligger att markörerna förflyttar sig i förhållande till skelettstrukturen på grund av hudförkjutningar. Framförallt gäller detta mer proximalt belägna skelettstrukturer (Dogan m.fl. 1991). För att göra mätningarna mer exakta skulle det således vara en fördel om markörerna sattes fast direkt på benstrukturen. Detta skulle kräva en invasiv åtgärd, vilket är mer komplicerat, tidsödande, och dyrare. Troligen skulle ett sådant upplägg resultera i svårigheter att rekrytera försöksobjekt med spontant rupturerade korsband. Det föreligger en risk att markörerna inte placeras ut helt lika vid varje tillfälle på varje individ, samt även att försöksobjekten skiljer sig något med avseende på anatomiska hållpunkter. Markörerna applicerades alltid av samma person med lång klinisk erfarenhet, vilket torde minimera risken för mätfel. Av samma skäl genomfördes operationerna av samma kirurg, som har god rutin av att operera enligt TPLO-metoden.

Försöket filmades och registrerades tredimensionellt. Här redovisas endast mätningar av extension och flexion, vilket gör att viss information så som abduktion-, adduktion- och rotationskomponenten går förlorad. Det optimala hade således varit att analyser gjorts av rörelserna i samtliga plan. Patologiskt förändrade leder visar visserligen avvikelser i sitt extensions- och flexionsmönster, men information i fler rörelseplan hade ändå varit att föredra, då detta ger en helhetsbild av leden (Torres m.fl. 2010). Kinematiken som metod tar inte hänsyn till krafters verkan under en stegcykel. Även kinetik hade således varit intressant att studera för att få en mer komplett bild av vad som sker i en led. Dock rymdes detta ej inom ramen för arbetet.

Kamerorna i försöket filmade med 240 bilder/sekund (240Hz). En snabbare kamera skulle kunna ge mer upplysningar om vad som händer under en stegcykel. Det visades tydligt vid databearbetningen att viss information ej hunnit registreras, då till exempel en tassisättning eller ett frånskjut aldrig kunde registreras exakt vid tidpunkten för den första respektive sista kontakten med underlaget. Det skulle därför vara intressant att med samma upplägg men med en

snabbare kamera göra om försöket för att utröna om det skulle tillför ytterligare värdefull information.

Resultatdiskussion

Flera studier visar att en korsbandsskada ger upphov till nedsatt funktion med bland annat förändrat rörelseomfång och smärta som följd (Marshall & Olsson 1971, J. M. Johnson & A. L. Johnson 1993, M G Conzemius 1997, Jandi & Schulman 2007, Jerre 2009). Resultatet även i denna studie pekade på att en funktionell förändring kvarstod efter en korsbandsskada och att individvariationen med avseende på rörelsemönster var stor både hos korsbandsopererade hundar och friska individer. Studien tydde på att rörelsemönstret i skritt påverkades postoperativt för såväl fram- som bakben för ett flertal undersökta parametrar.

Höger framben

I *höger armbåge* (korsbandsskadade knäledens kontralaterala framben) uppvisade korsbandshundarna generellt större tendens till extension (extension 1 och 3) och en mindre uttalad flexion (flexion 2 och 4) än de friska individerna. Detta skulle kunna förklaras med att korsbandshundarna hade funktionsnedsättning vänster bak, varför de troligen belastade frambenen mer och då framför allt på det kontralaterala frambenet. Detta resulterar i ett mer påtagligt ”extensionsmönster” och ett minskat ”flexionsmönster” då de försöker avlasta det skadade bakbenet. Rörelseuttaget i hela rörelsecykeln var också mindre, vilket överensstämmer med oviljan till flexion.

Höger karpalled uppvisade ingen skillnad mellan de friska hundarna och individerna med korsbandsskada vad gällde extension. Däremot sågs en skillnad i flexion. Korsbandshundarna böjde karpalleden liksom armbågsleden mindre i understödsfasen (flexion 2), vilket kan förklaras med att höger fram avlastade vänster bak. I svävningsfasen registrerades en större flexion (flexion 4) jämfört med de friska hundarna, vilket tolkas som en kompensation för att armbågen hålls i ett mer extenderat läge. I paritet med förhållandet i armbågsleden sågs ett minskat rörelseuttag i hela rörelsecykeln.

Vänster framben

Rörelsemönstret i *vänster armbågsled* var mer opåverkat (extension 1, flexion 2 och extension 3) än rörelsemönstret i höger armbågsled. Extension 1, flexion 2 och extension 3 uppvisade ingen skillnad mellan grupperna, vilket får anses förväntat, då höger ben inte i samma utsträckning behövde ”stöta upp” och kompensera för det skadade bakbenet. Flexionen i svävningsfasen (flexion 4) var mindre i vänster armbågsled hos korsbandsgruppen jämfört med den friska gruppen. Det kan spekuleras i om detta var beroende av en strävan mot ett mer symmetriskt rörelsemönster, då samma fenomen också sågs i motsvarande led på höger sida. Dessutom ökade belastningen på vänster bak i det att vänster baktass sattes i marken i början av svävningsfasens flexion (flexion 4) höger fram, vilket gjorde att hunden möjligen strävade efter att kunna sätta ner tasserna snabbt. Rörelseuttaget i understödsfasen och under hela stegcykeln var något mindre hos korsbandshundarna än hos den friska gruppen. Då detta även i viss grad sågs i höger armbågsled skulle en möjlig förklaring kunna vara att det finns en strävan att bibehålla ett symmetriskt rörelsemönster för frambenen.

Vänster karpalled uppvisade i korsbandsgruppen en ökad sträckning i långsam skritt vid tassisättning, vilket möjligen kan förklaras av den ökade belastningen på frambenen. Vad gäller sträckningen i slutet av understödsfasen (extension 3) uppvisade korsbandsgruppen en mindre grad av extension än den friska gruppen. Detta torde kunna ha berott på att vid den tidpunkten var vänster bak i svävningssfas på väg framåt. Hunden får då bråttom att ånyo försöka få vänster framben att hamna i en position där benet vid behov kan hjälpa till att stötta upp vänster bak, således finns ej tid att ta ut extensionen till fullo. Flexionen under svävningssfasen (flexion 4) var mer uttalad hos korsbandsgruppens hundar, vilket torde vara en kompensation för den minskade flexionen i samma sidas armbågsled.

Höger bakben

Höger knäled uppvisade hos korsbandsgruppen i understödsfasen generellt en mindre grad av extension (extension 1 och 3) och en ökad flexion (flexion 2) jämfört med de friska labradorerna. Detta skulle kunna vara orsakat av att höger ben är det bakben som tar större delen av viktbärandet och m. quadriceps därför inte orkade hålla emot. En annan aspekt är strävan efter ett symmetriskt rörelsemönster hos bakbenen, då samma mönster även sågs i vänster knäled. Rörelseuttaget både i understödsfasen och i den totala stegcykeln var också mindre, vilket kan förklaras av den mindre extensionen som beskrivs ovan.

Rörelser i hasleden är intimt sammankopplade med knäleden. *Höger hasled* uppvisade följaktligen i likhet med höger knä i understödsfasen en mindre grad av extension (extension 1 och 3) och en ökad flexion (flexion 2). Det större flexionsuttaget i svävningssfasen (flexion 4) är mer svårtolkat, men skulle möjligen kunna förklaras av att tyngdpunkten hos korsbandsgruppen inte flyttas över till vänster bakben vid dess understödsfas i lika stor utsträckning som normalt. Tyngdpunkten ligger följaktligen något förskjutet åt höger. Detta skulle i så fall kunna förklara varför det krävs en större flexion för att lyckas föra fram höger bak i pendelfasen.

Vänster bakben

Vänster knäled uppvisade hos korsbandsgruppen i understödsfasen generellt en mindre grad av extension (extension 1 och 3) och en ökad flexion (flexion 2 och 4). Nedsatt förmåga till extension är en vanlig komplikation vid korsbandsskada (Jandi & Schulman 2007). Således sågs även hos studiens hundar ett mer uttalat flexionsmönster och ett minskat extensionsmönster bilateralt. Detta kan förklaras med att det vanligen ses en generell muskelhypotrofi i samband med en knäskada och då mest påtaglig hypotrofi av m. quadriceps. Sträckarmuskulaturen orkar därför inte extendera knäleden. En annan möjlig orsak är att en faktisk passiv extensionsdefekt föreligger. Passivt rörelseomfång är dock inte bedömt i denna studie. Flexionen i svävningssfasen (flexion 5) var mindre uttalad hos korsbandshundarna. Detta kan antingen tolkas som att böjarmuskulaturen inte i samma utsträckning orkar med att böja knäleden mot gravitationskraften, alternativt att en obalans råder mellan agonist och antagonist. Det faktum att rörelseuttaget i både understödsfasen och under hela rörelsecykeln är större hos korsbandshundarna jämfört med de friska individerna är oväntat och svårtolkat.

Resultatet är dock baserat på relativt få hundar, vilket gör att en enda individs värden kan få stor genomslagskraft i resultatet.

Vänster hasled är som förväntat påtagligt synkroniserad med knäleden i det att även här sågs en mer uttalad flexion (flexion 2) och en mindre extension (extension 1) i understödsfasen, likväl som rörelseuttag i understödsfas och under hela stegcykeln. Dock avvek flexionen i svävningssfasen från detta. Den större böjningen i svävningssfasen får istället ses som en kompensation för att knäleden hålls i en rakare position och hasleden möjliggör således benets framåtförande under svävningssfasen. Intressant att notera är att rörelsemönstret förändrades i samtliga extremiteter hos korsbandshundarna och att de trots detta likriktade sitt rörelsemönster i det kontralaterala benet.

Vid jämförelse mellan den korsbandsskadade individens båda bakben sågs som förväntat i understödsfasen en tendens att mindre extendera och flektera den skadade vänstra knäleden jämfört med den intakta högra knäleden. Detta kan ha berott på smärta, muskelsvaghet, nedsatt muskelsynergi eller en kombination av dessa faktorer. Vänster knäled hade ett större rörelseuttag i hela stegcykeln och i understödsfasen, vilket är ett svårtolkat utfall. Möjligen kunde det bero på att det förhållandevis lilla materialet i detta fall gav upphov till en viss skevhet i utfallet. Samma förklaring får anses trolig vad gäller extensionen i hasleden i understödsfasen, där ena hunden (hund 3) uppvisade en större extension i sin vänstra hasled medan förhållandet var det omvända hos den andra hunden (hund 4). Intressant vore således att titta på dessa parametrar i en större population. Korsbandshundarna uppvisade en större flexion i höger hasled (flexion 2 och 4) samt ett större rörelseuttag i understödsfasen i höger hasled jämfört med vänster. Hundarna ”låser” således både vänster knä- och hasled.

Svävnings- och understödsfasens procentuella andel av hela rörelsecykeln förändrades som förväntat något hos de korsbandsskadade hundarna. Oberoende av hastighet hade dessa både på individnivå och gruppnivå med något enstaka undantag en längre svävningssfas och en kortare understödsfas i vänster bak jämfört med de friska individerna. Motsatt förhållande sågs för höger bak. Denna strategi resulterade i att det skadade bakbenet fick ta belastning under en kortare tid. Dock höll sig svävningssfasen till cirka 1/3 av stegcykeln och resterande 2/3 upptogs av understödsfasen, vilket överensstämmer med en tidigare studie av Hottinger m.fl. från 1996.

Intressant att notera är att skrittens hastighet påverkade rörelsemönstret i den korsbandsskadade knäleden. Vid långsamt tempo ökade extensionen och flexionen i understödsfasen, flexionen i svävningssfasen samt rörelseuttaget under hela stegcykeln. Mot bakgrund av att hundar som opererats för korsbandsskada ofta har en funktionsnedsättande extensionsdefekt (Jandi & Schulman 2007, Jerre 2009) bör det vara naturligt att koncentrera den postoperativa rehabiliteringen till att främja knäextensionen till exempel med hjälp av ”vattentrask” och övningar i långsam skritt.

Det subjektiva intrycket då rörelsekurvorna tolkades var att korsbandshundarnas kurvor hade ett betydligt mer varierat och ”taggigt” utseende, vilket indikerar att det hos dem sker fler fluktuationer i extension och flexion under en rörelsecykel.

Den friska gruppens hundar hade en mer upprepbar strategi för rörelsemönstret i respektive led. I den korsbandsskadade knäleden kan korsbandsrupturen ha påverkat ledproprioception (Rooster m.fl. 2006). Även nedsatt muskelsynergi kan tänkas ha gett upphov till det avvikande utseendet på kurvorna. Kurvornas ”taggiga” utseende ses, om än i mindre grad, för samtliga leder hos den korsbandsskadade individen. Det indikerar att en korsbandsskada påverkar individens rörelsestrategi i samtliga extremiteter.

Generellt angående studien måste påpekas att materialet endast bestod av fyra hundar, varvid långtgående slutsatser inte kan dras. För detta krävs att en större grupp individer studeras. Studiens resultat får således betraktas som en beskrivning av rörelsemönstret hos de fyra individer som ingick i studien. Resultatet av de uppmätta parametrarna som till exempel rörelseomfång kan därmed ha påverkats av en enstaka individs extremvärden, eller att hunden tittade/vred sig åt något håll och på så sätt påverkat rörelsesymmetrin. Även det faktum att hundarna gick på ett löpband och inte på marken kan ha inverkat på resultatet. Endast utvalda punkter på rörelsekurvan registrerades med en för kameran förutbestämd hastighet, vilket gör att data förlorades mellan punkterna. Fler bilder per sekund och fler mätpunkter skulle göra att resultatet kom närmare sanningen. Ansträngningar har dock gjorts för att försöka minimera felkällor i det att samma person placerade ut markörer på samtliga hundar, samma kirurg utförde alla operationer och hundarna matchades mot varandra för att minimera morfometrisk påverkan. En fördel med det förhållandevis lilla materialet i studien är att individvariationer kunde studeras. Detta är svårare i ett mer omfattande material där individvariationerna riskerar att till viss del suddas ut. Studien begränsas också av att ingen information har redovisats angående krafters påverkan, vridmoment, vinkelhastighet, arbete och så vidare, samt att endast vissa kinematiska parametrar rymdes inom ramen för detta arbete. Således skulle det vara intressant att komplettera studien med inversdynamik och kinetik, samt även analyser under en längre tidsperiod för att kunna dra slutsatser om utvecklingen. Försök har gjorts att hitta publicerat material med liknande upplägg som denna studie rörande kinematisk rörelseanalys i skritt hos opererade hundar med spontan korsbandsruptur för att kunna jämföra detta resultat med tidigare utgivet material. Inget sådant material har påträffats av författaren.

KONKLUSION

Rörelsemönstret hos hundarna i denna pilotstudie skilde sig påtagligt mellan friska individer och de som hade opererats för en unilateral främre korsbandsskada. Det fanns tydliga skillnader i samtliga extremiteter, då de korsbandsopererade hundarnas framben hade ett mer uttalat extensionsmönster medan bakbenen var mer benägna att anta ett flexionsmönster jämfört med de friska hundarna. Kinematik bedömdes vara en användbar metod för att utvärdera de uppkomna förändringarna i rörelsemönstret. Resultatet baserades på en pilotstudie bestående av fyra hundar, varvid inga långtgående slutsatser kan dras. Detta bör snarare tolkas som en indikation på vad som händer postoperativt efter en korsbandsoperation. För mer vittgående slutsatser krävs vidare forskning på en större grupp hundar, gärna med kompletterande analysmetoder så som kinetik och inversdynamik och gärna under en längre tidsperiod.

TACK

Författaren önskar framföra sitt varmaste tack till

Handledare Pia Gustås, biträdande handledare Miriam Kjörk Granström och biträdande handledare Kjerstin Pettersson för ert stöd, kunskap, entusiasm och handledning bland ”snårskogen” av Excel-filer. Ni har varit helt fantastiska!!!

Hundägare och labradorer, som bidragit med sin tid och sitt engagemang. Utan er hade det inte blivit någon studie!

Min man, David Sweet för sitt aldrig sinande tålamod och dygnet runt datorsupport.

Martin Holmberg och Patrik Almström på Qualisys support för fantastiskt snabb hjälp och en serviceanda utöver det vanliga.

Och sist men inte minst, opponent Christina Hoyle för konstruktiv kritik och Lisa Dahl med hundarna Jojo, Linus och Totti för alla fina fotografier till den muntliga redovisningen av arbetet.

Examensuppsatsen tillägnas mitt livs fyrbenta kärlek Farro, som sedan i somras spårar i de evigt gröna skogarna...

LITTERATURFÖRTECKNING

- Budsberg, S.C., Verstraete, M.C. & Soutas-Little, R.W., 1987. Force plate analysis of the walking gait in healthy dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 48(6), ss.915-918.
- Buote, N., Fusco, J. & Radasch, R., 2009. Age, tibial plateau angle, sex, and weight as risk factors for contralateral rupture of the cranial cruciate ligament in Labradors. *Veterinary Surgery: VS: The Official Journal of the American College of Veterinary Surgeons*, 38(4), ss.481-489.
- Canapp Jr., S.O., 2007. The Canine Stifle. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, 22(4), ss.195-205.
- Colborne, G.R. m.fl., 2005. Distribution of power across the hind limb joints in Labrador Retrievers and Greyhounds. *American Journal of Veterinary Research*, 66(9), ss.1563-1571.
- Conzemius, M.G., 1997. Correlation between subjective and objective measures used to determine severity of postoperative pain in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 210(11), s.1619.
- Conzemius, M.G., 2005. Effect of surgical technique on limb function after surgery for rupture of the cranial cruciate ligament in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 226(2), s.232.
- DeCamp, C.E., 1997. Kinetic and kinematic gait analysis and the assessment of lameness in the dog. *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*, 27(4), ss.825-840.
- Dogan, S. m.fl., 1991. Canine intersegmental hip joint forces and moments before and after cemented total hip replacement. *Journal of Biomechanics*, 24(6), ss.397-407.
- Egenvall, A. m.fl., 2000. Gender, age and breed pattern of diagnoses for veterinary care in insured dogs in Sweden during 1996. *The Veterinary Record*, 146(19), ss.551-557.
- Evans, R., Horstman, C. & Conzemius, M., 2005. Accuracy and Optimization of Force Platform Gait Analysis in Labradors with Cranial Cruciate Disease Evaluated at a Walking Gait. *Veterinary Surgery*, 34(5), ss.445-449.
- Fossum W Theresa m.fl., 2007. *Small animal surgery*, St. Louis: Mosby Elsevier.
- Gillette, R.L. & Angle, T.C., 2008. Recent developments in canine locomotor analysis: a review. *Veterinary Journal (London, England: 1997)*, 178(2), ss.165-176.
- Hayashi, K. m.fl., 2003. Evaluation of ligament fibroblast viability in ruptured cranial cruciate ligament of dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 64(8), ss.1010-1016.

- Hayashi, K., Manley, P.A. & Muir, P., 2004. Cranial Cruciate Ligament Pathophysiology in Dogs With Cruciate Disease: A Review. *J Am Anim Hosp Assoc*, 40(5), ss.385-390.
- Hottinger, H.A. m.fl., 1996. Noninvasive kinematic analysis of the walk in healthy large-breed dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 57(3), ss.381-388.
- Jaegger, G., Marcellin-Little, D.J. & Levine, D., 2002. Reliability of goniometry in Labrador Retrievers. *American Journal of Veterinary Research*, 63(7), ss.979-986.
- Jandi, A.S. & Schulman, A.J., 2007. Incidence of motion loss of the stifle joint in dogs with naturally occurring cranial cruciate ligament rupture surgically treated with tibial plateau leveling osteotomy: longitudinal clinical study of 412 cases. *Veterinary Surgery: VS: The Official Journal of the American College of Veterinary Surgeons*, 36(2), ss.114-121.
- Jerre, S., 2009. Rehabilitation after extra-articular stabilisation of cranial cruciate ligament rupture in dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology: V.C.O.T*, 22(2), ss.148-152.
- Johnson, J.M. & Johnson, A.L., 1993. Cranial cruciate ligament rupture. Pathogenesis, diagnosis, and postoperative rehabilitation. *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*, 23(4), ss.717-733.
- Kirby, B.M., 1993. Decision-making in cranial cruciate ligament ruptures. *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice*, 23(4), s.797.
- König, H.E. & Liebich, H., 2009. *Veterinary anatomy of domestic mammals: Textbook and colour atlas* 4th uppl., Stuttgart: Schattner.
- Lanzetta, A., Garotta, L. & Vizzard, M., 1995. Histoire récente des substituts ligamentaires du croisé antérieur. *International Orthopaedics*, 19(2), ss.127-132.
- Marshall, J.L. & Olsson, S., 1971. Instability of the Knee: A long-term experimental study in dogs. *J Bone Joint Surg Am*, 53(8), ss.1561-1570.
- Marsolais, G.S., 2003. Kinematic analysis of the hind limb during swimming and walking in healthy dogs and dogs with surgically corrected cranial cruciate ligament rupture. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 222(6), s.739.
- Murray, M.M., 2009. Current status and potential for primary ACL repair. *Clinics in sports medicine*, 28(1), ss.51-61.

- Piermattei Donald L, L, F.G. & DeCamp Charles E, 2006. *Handbook of Small animal orthopedics and fracture repair* 4th uppl., St. Louis: Saunders Elsevier.
- Pond, M.J., 1972. The canine stifle joint. I. Rupture of the anterior cruciate ligament. An assessment of conservative and surgical treatment. *The journal of small animal practice*, 13(1), s.1.
- Rooster, H.D., Bruin, T.D. & Bree, H.V., 2006. Morphologic and Functional Features of the Canine Cruciate Ligaments. *Veterinary Surgery*, 35(8), ss.769-780.
- Saleh, M. & Murdoch, G., 1985. In defence of gait analysis. Observation and measurement in gait assessment. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, 67(2), ss.237-241.
- Spindler, K.P., 2006. The central ACL defect as a model for failure of intra-articular healing. *Journal of Orthopaedic Research*, 24(3), s.401.
- Torres, B.T. m.fl., 2010. Comparison of canine stifle kinematic data collected with three different targeting models. *Veterinary Surgery: VS: The Official Journal of the American College of Veterinary Surgeons*, 39(4), ss.504-512.
- Vasseur, P.B., 1984. Clinical Results Following Nonoperative Management for Rupture of the Cranial Cruciate Ligament in Dogs. *Veterinary Surgery*, 13(4), ss.243-246.