

Ny ultraljudsmetod för utvärdering av knäleder hos nötkreatur fokuserat på tjurar av kötttras

Lotta Häggblom

*Uppsala
2018*

Examensarbete 30 hp inom veterinärprogrammet

*ISSN 1652-8697
Examensarbete 2018:59*

Ny ultraljudsmetod för utvärdering av knäleder hos nötkreatur fokuserat på tjurar av kötttras

A new ultrasound technique to evaluate the soundness of bovine stifle joints in beef bulls

Lotta Häggblom

Handledare: Kerstin Hansson, institutionen för kliniska vetenskaper

Biträdande handledare: Renée Båge, institutionen för kliniska vetenskaper

Biträdande handledare: Stina Ekman, institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Biträdande handledare: Ylva Persson, SVA

Examinator: John Pringle, institutionen för kliniska vetenskaper

Examensarbete i veterinärmedicin

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A2E

Kurskod: EX0830

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2018

Delnummer i serie: Examensarbete 2018:59

ISSN: 1652-8697

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: ostekondros, ultraljud, diagnostik, kötttras, tjur

Key words: osteochondrosis, ultrasound, diagnostics, beef, bull

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för kliniska vetenskaper

SAMMANFATTNING

Antalet dikobesättningar har nästan tredubblats i Sverige sedan 1976. Persson *et al.* (2007) visade att ledförändringar orsakade av osteokondros är vanligt hos unga köttrastjurar och att ledförändringar är en väsentlig orsak till nedsatt fertilitet hos dessa tjurar. I en dikobesättning spelar tjuren en större roll för fertiliteten i besättningen än en enskild ko och om tjuren inte presterar som han ska kan de ekonomiska konsekvenserna vara stora för besättningen då färre eller inga kalvar föds nästa säsong. För det enskilda djuret kan tillståndet vara smärtsamt om det utvecklats osteochondrosis manifesta eller dissecans eller sekundär osteoartrit i leden eller lederna.

Att diagnosticera osteokondros hos levande nötkreatur kan vara svårt då förändringarna ofta är bilaterala och ingen tydlig hälta då kan observeras. Ledfyllnad ses inte heller alltid, djuret upplevs istället ofta röra sig stelt eller ligger eller står i längre perioder än normalt. Det vanligaste predilektionsstället för osteokondros hos nöt är knäleden och framför allt laterala trokleaåsen på femur vilket gör att diagnostiken försvåras ytterligare då röntgen av knäleden hos nöt inte är optimalt eftersom bildkvaliteten ofta blir dålig.

Syftet med denna studie var att ta fram ett ultraljudsprotokoll för utvärdering av knäleden hos levande nötkreatur med fokus på köttrastjurar. Ultraljud med 4 olika apparater utfördes på knälederna på 3 stycken slaktben, 1 från en 7 år gammal och 2 från en 10 månader gammal tjur, och på två vuxna levande kor. Fokus var *trochlea femoris* och broskets utseende och tjocklek på laterala och mediala trokleaåsen samt i patellarfåran. Det gick att få mätvärden för samtliga ställen på alla ben förutom på ett av slaktbenen där området mellan laterala och mediala trokleaåsen inte kunde ses. Slaktbenen obducerades efter ultraljudsundersökningarna och histologiska snitt på brosket gjordes. Samtliga knäleder från slaktbenen var makroskopiskt och mikroskopiskt normala.

Protokollet har i denna studie visat sig fungera för att utvärdera *trochlea femoris* och kan i framtiden användas för vidare studier på levande nötkreatur. Till exempel för att få fram normalparametrar inom olika raser men även för att kunna användas i fält för att diagnosticera ledförändringar orsakade av osteokondros/osteoartrit hos nötkreatur med kliniska symptom eller innan betäckningssäsong för att utesluta tjurar med stora förändringar i knälederna. Ultraljud av knäleden skulle kunna ingå i screeningprogram för att utesluta tjurar med stora förändringar ur aveln för att med tiden få en mer hållbar produktion och färre djur med smärtsamma ledförändringar.

SUMMARY

The beef production herds in Sweden have almost tripled since 1976. Persson *et al.* (2007) concluded that joint lesions caused by osteochondrosis are common in young beef bulls and can have a substantial impact on the fertility of beef sires. The fertility of an individual bull has a far greater impact on herd performance than the fertility of an individual cow and if the bull does not perform as expected the economic consequences can be substantial as fewer or no calves are born the next season. Joint lesions caused by osteochondrosis manifesta, osteochondrosis dissecans or osteoarthritis are painful for the individual animal.

Diagnosis of osteochondrosis in living cattle is challenging as the lesions often are bilateral and no lameness in that case can be seen. Also, joint effusion is not always detectable, instead the bull can show signs like stiffness and standing or staying recumbent for abnormally long periods of time. The predilection site for osteochondrosis in cattle is the stifle joint, especially the lateral trochlear ridge of the femur which makes diagnostics even harder as radiographs of the stifle joint often result in poor quality pictures.

The purpose of this study was to develop an ultrasound protocol for examination of the stifle joint in beef bulls. Ultrasound examinations were conducted using 4 different ultrasound machines on 3 stifles from cadavers and on 2 living cows. The focus of the examination was the trochlea of the femur and the thickness and appearance of the cartilage on the lateral and medial trochlear ridge and the inter trochlear groove. Measurements were taken from all the locations previously described except for measurements from the inter trochlear groove on one of the cadaver stifles where the groove could not be seen. The cadaver legs were dissected and evaluated after the ultrasound examinations were performed and material for histologic evaluation was collected. All of the cadaver stifles were macroscopically and microscopically normal.

The ultrasound technique in this study has been proven to work in evaluating the trochlea of the femur and could be used in further studies on beef bulls to collect data on normal parameters for cartilage thickness in different breeds and diagnostically in the field to diagnose osteochondrosis and/or osteoarthritis in clinically symptomatic cattle. The ultrasound technique could also be used before the breeding season to exclude individual bulls with significant cartilage lesions from breeding or in screening programs on testing stations in order to create a more sustainable beef production with fewer animals born to develop painful joint lesions by excluding bulls with significant joint lesions from breeding.

INNEHÅLL

INLEDNING	1
LITTERATURÖVERSIKT	1
Knäledens anatomi	1
Osteokondros (OC)	2
Osteoartrit (OA)	5
Diagnostik vid osteokondros	5
Behandling	6
Riskfaktorer	7
Påverkan på fertiliteten hos tjurar	7
Ultraljud	8
Referensdata vid undersökning av knäleden hos nöt med ultraljud	10
MATERIAL OCH METODER	11
Djurmaterial	11
Ultraljudsutrustning	13
Ultraljudsundersökning	15
Preparatundersökning	15
RESULTAT	16
Ultraljudsundersökning	16
Makroskopiskt utseende vid obduktion	22
Histologiskt utseende	22
DISKUSSION	24
REFERENSER	27
BILAGA 1	1

INLEDNING

Sedan år 1974 har antalet mjölkkor i Sverige halverats från 688 000 till 331 000 år 2016. Under samma tid har antalet dikor nästan tredubblats från 67 000 dikor år 1976 till 194 000 år 2016. (Jordbruksverket 2016a) Den genomsnittliga besättningsstorleken år 2016 var 19 dikor per besättning. (Jordbruksverket 2016b)

I dikobesättningen spelar tjurens fertilitet en större roll än den enskilda kons då det kan uppstå situationer där en hel grupp dikor inte blivit dräktiga på grund av att tjuren inte har fungerat av någon anledning. Persson *et al.* (2007) visade att tjurar med nedsatt fertilitet i högre grad hade ledförändringar än tjurar med normal fertilitet. Hos kötttrastjurar är osteokondros (OC) och osteoartrit (OA) de vanligaste orsakerna till ledproblem där OA ofta utvecklas på grund av OC. Osteokondros är en förändring som uppkommer i tillväxtbrosk hos både djur och människa och definieras som ”en fokal störning i den endokondrala benbildningen” (Yttrhus *et al.* 2007). I litteraturen finns flera predilektionsställen för osteokondros beskrivna hos nöt men förändringar på laterala troklea i knäleden verkar vara vanligast. (Reiland *et al.* 1978; Weisbrode *et al.* 1982; Trostle *et al.* 1997; Persson *et al.* 2007)

Det är svårt att idag diagnosticera osteokondros i knäleden hos levande nöt då röntgen inte är optimalt och oftast inte genomförbart i fält. Förändringarna är ofta bilaterala vilket gör att tjurarna inte alltid är synligt halta. Dessutom ses inte alltid en ökad ledfylldhet vilket ytterligare försvårar diagnostiken (Throstle *et al.* 1998).

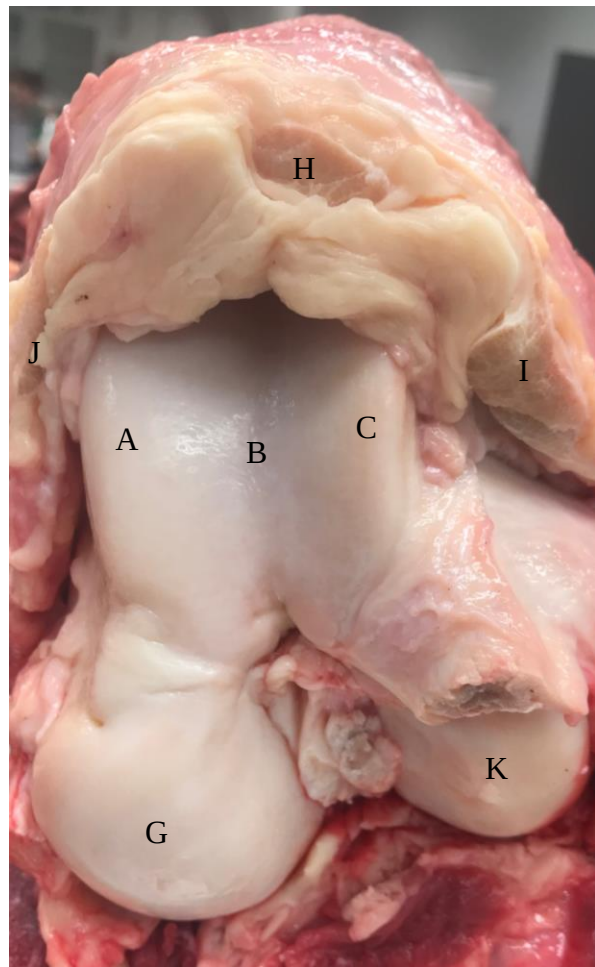
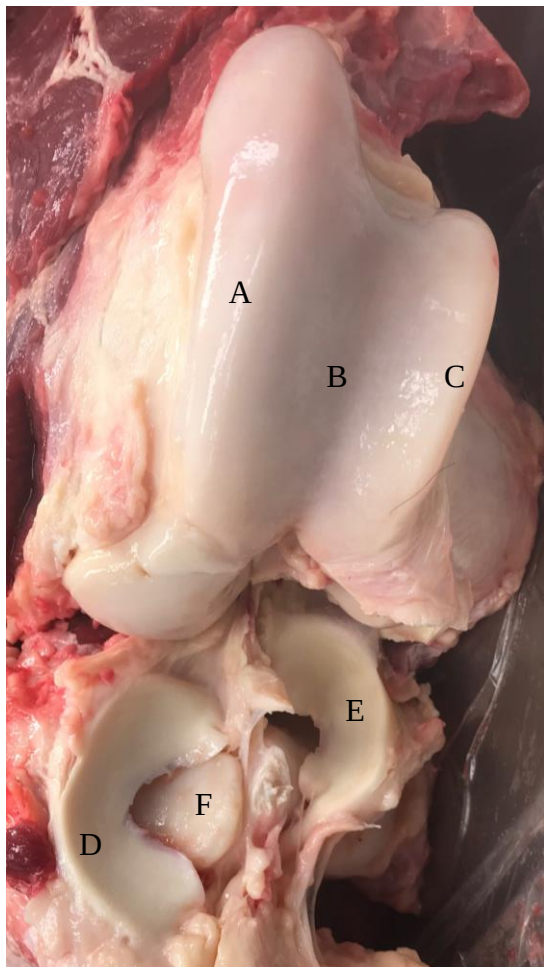
Syftet med denna studie är att utveckla ett ultraljudsprotokoll för att utvärdera knäleden hos nöt med avseende på osteokondrosförändringar framför allt på laterala troklea. Målet är att metoden ska gå att använda i fält och att undersökningen ska kunna göras med fältmässig utrustning, det vill säga en bärbar ultraljudsapparat med en ultraljudsgivare avsedd för rektalundersökning på stordjur. Metoden skulle kunna användas som en del av en fruktsamhetsbesiktning (breeding soundness evaluation) av tjuren innan betäckningssäsongen.

LITTERATURÖVERSIKT

Knäledens anatomi

Knäleden hos nöt påminner om hästens knäled med tre patellarligament och en asymmetrisk troklea (Dyce *et al.* 2010). Precis som hos hästen bildar det mellersta patellarligamentet, patella, *fibrocartilago patellae* och det mediala patellarligamentet en slinga som kan glida över den vidgade proximala delen av den mediala åsen av *trochlea femoris*. Denna mekanism är dock inte lika stark som hos hästen där knäleden kan låsas helt. Figur 1 och 2 illustrerar de olika anatomiska strukturerna i knäleden.

Ledavdelningarna i femuropatellarleden och mediala femurotibialleden kommunicerar alltid medan den laterala femurotibialleden inte kommunicerar med någondra. (Dyce *et al.* 2010)



Figur 1 och 2. Vänster knäled från en 7 år gammal highland cattletjur med normalt utseende. A; mediala trokleaåsen B; patellarfåran C; laterala trokleaåsen D; mediala menisken E; laterala menisken F; eminentia intercondylaris G; mediala femurkondylen H; mellersta patellarligamentet I; laterala patellarligamentet J; mediala patellarligamentet K; laterala femurkondylen. Bilder av L. Häggblom

Osteokondros (OC)

Osteokondros är en vanlig störning som uppkommer i tillväxtbrosk hos både djur och människa (Ytrehus *et al.* 2007). Sjukdomen finns beskriven hos bland annat gris, häst, hund, nöt, katt och råtta. Osteokondros anses vara den mest betydande orsaken till bensvaghet hos gris och är en vanlig orsak till hälta hos unga hästar och hundar.

Osteokondros definieras som ”en fokal störning i den endokondrala benbildningen orsakad av en ischemisk nekros i tillväxtbrosket” och antas ha en multifaktoriell etiologi. Ytrehus *et al.* (2007) föreslår i sin översiktsartikel (review) att terminologin ska innefatta modifieringarna *latens* (lesionen begränsad till det epifyseala brosket), *manifesta* (lesionen tillsammans med en uppskjuten endokondral benbildning) och *dissecans* (OCD, klyftbildning genom ledbrosket) för att även beskriva stadiet av sjukdomen. Enligt Ytrehus *et al.* (2007) kan sjukdomen inte anses vara generell eftersom de typiska lesionerna är fokala, däremot kan en individ ha multifokala lesioner där lesionerna ofta är bilateralt symmetriska.

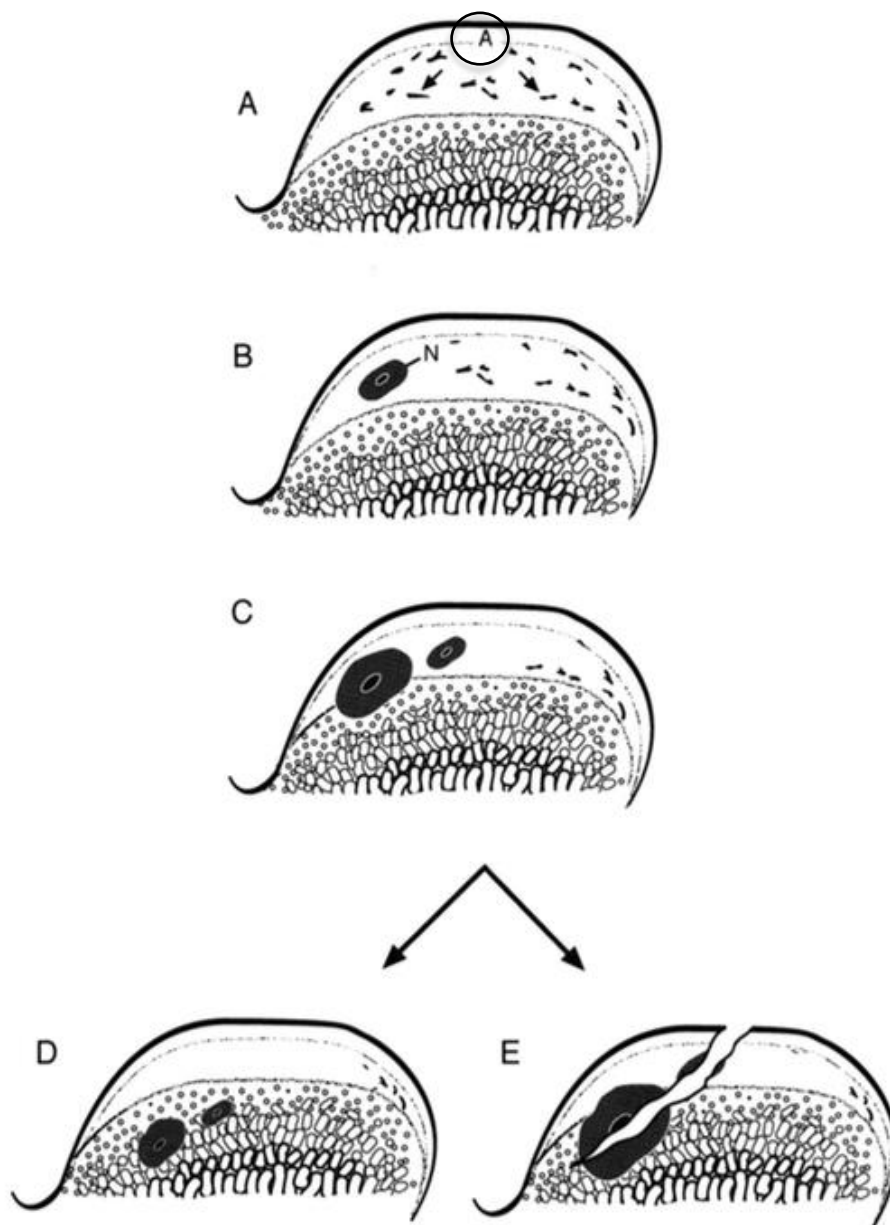
Normal endokondral ossifikation

Tillväxtbrosket det vill säga det epifyseala brosket består av vaskulariserat hyalint brosk som utgör tillväxtplattan och den epifyseala delen av led-epifys-broskkomplexet (Ekman & Carlson 1998). I tillväxtplattan står tillväxtbrosket för longitudinell bentillväxt och i led-epifys-broskkomplexet för formen av ändarna på det växande benet. Tillväxtbrosket är avsett att ossifieras genom endokondral ossifikation, vilket sker i flera steg, för att bli ben hos den vuxna individen (Lefebvre & Smits 2005). Under utvecklingen differentierar tillväxtbrosket till fyra zoner (Ytrehus *et al.* 2007). Dessa zoner kallas vilo-, proliferativ, hypertrofisk och kalcifieringszon och det krävs att cellerna mognar som de ska i dessa zoner för att normal endokondral benbildning ska ske. Kalcifiering av brosket sker i det extracellulära matrixet i kalcifieringszonen varefter zonen invaderas av blodkärl från det subkondrala benet. Osteoprogenitorceller producerar osteoid på ytan av det kalcifierade broskmatrixet, för att dessa ska fungera som byggstenar för benbildningen. Endokondral benbildning sker i princip på samma sätt och är känsligt för liknande fysiologiska och omgivningsfaktorer oberoende av den anatomiska lokaliseringen av det involverade tillväxtbrosket (Ytrehus *et al.* 2007).

Etiologi och patogenes

Etiologin till osteokondros verkar vara multifaktoriell där genetik, vaskulära faktorer och trauma föreslås vara inblandade (Olstad *et al.* 2015). Snabb tillväxt och nutritionella brister finns också föreslagna. Nyligen gjorda studier på gris och häst har visat att en defekt vaskularisering av tillväxtbrosket resulterar i fokala områden med ischemisk nekros. Tillväxtbrosket är vaskulariserat och behöver blodtillförsel för att överleva. När individen växer blir tillväxtbrosket gradvis tunnare och behöver då näringstillförsel från allt färre blodkärl för att så småningom bli helt avaskulärt och ersättas av ben (Carlson & Weisbrode 2012). Det är under perioden som tillväxtbrosket är vaskulariserat som de mikroskopiska *osteochondrosis latens*-förändringarna uppkommer. När ossifikationszonen når det nekrotiska området störs den endokondrala ossifikationen som uteblir vilket leder till att ett fokalt område med nekrotiskt tillväxtbrosk kvarstår. Denna förändring är synlig makroskopiskt som en broskretention i det underliggande benet, *osteochondrosis manifesta* (Ytrehus *et al.* 2007). I vissa fall verkar lesionerna kunna genomgå spontan upplösning genom att benbildning sker från separata center för endokondral benbildning som bildas ytligt om lesionen och även genom fagocytos och intramembranös ossifikation av granulationsvävnad som bildas på djupet av lesionen (Olstad *et al.* 2015).

Olstad, Ekman och Carlson (2015) skriver också att orsaken till kärlstörningen är associerad med processen där kärl inkorporeras i broskkanalerna i den fortskridande ossifikationsfronten vid tillväxt. Fler studier krävs för att exakt kunna bestämma vilket steg i processen som störs vid osteokondros. Vidare har bakteriell ocklusion visats experimentellt kunna orsaka kärlskada hos gris och kyckling och observationsstudier på häst indikerar att detta även sker hos häst. Figur 3 illustrerar olika stadier och utveckling vid osteokondros.



Figur 3. Schematisk beskrivning av olika stadier och utvecklingsvägar vid osteokondros. A; Normalt led-epifys-broskkomplex med avaskulärt ledbrosk (inringat A) och vaskulariserat (pilar) epifysärt brosk B; tidig lesion med brosknekros (N) centrerat runt ett nekrotiserat blodkärl i det epifysära brosket (osteochondrosis latens) C; fokalt utebliven endokondral ossifikation sker när ossifikationsfronten når området med nekrotiskt brosk vilket leder till att det nekrotiska brosket sträcker sig in i det subkondrala benet (osteochondrosis manifesta). Ytterligare ett område med osteochondrosis latens kan också ses D; Majoriteten av de tidiga lesionerna läks genom att bli helt omslutna av ben och så småningom resorberas men en subkondral bencysta kan även bildas, framför allt i områden där nekrosen är utbredd E; Alternativt kan trauma på det överliggande brosket orsaka en klyftbildning med en osteochondrosis dissecans som följd vilket resulterar i kliniska symptom med hälla. (Bild från Ekman & Carlson 1998)

Predilektionsställen för osteokondros hos nöt

De leder hos nöt som oftast har osteokondrosförändringar är knäleden och hasleden (Trostle et al 1997). I knäleden finns osteokondroslesioner beskrivna på laterala trokleaåsen, ibland med lesioner även på patella, den mediala trokleaåsen, området mellan laterala och mediala troklea, laterala femurkondylen, på tibias plåt och *eminentia intercondylaris*. I hasleden finns lesioner på distala tibia, laterala och mediala troklea och mediala malleolen beskrivna. Även på distala radius, i carpus, i bogleden och i distala interfalangleden finns fynd av osteokondroslesioner beskrivna. (Reiland et al. (1978), Throstle et al. 1997, Dutra et al. 1999, Heinola et al. 2014)

Vanligaste stället för osteokondros hos nöt verkar vara laterala trokleaåsen i knäleden. (Weisbrode et al. 1982, Gaughan 1996, Dutra et al. 1999, Persson et al. 2007, Heinola et al. 2013)

Osteoartrit (OA)

Osteoartrit (OA) är en låggradigt inflammatoriskt degenerativ sjukdom i synoviala leder (Robinson et al. 2016). OA kan förekomma i en eller flera leder hos både yngre och äldre djur och kan vara både asymptomatisk eller ge upphov till symptom. Symptomen vid OA kan vara varierande grad av ledfylldhet och deformitet, smärta och nedsatt funktion. Etiologin och patogenesen för OA är ofullständigt förstådd men det är troligt att flera olika orsaker kan ge upphov till samma slutstadium med OA. Initiala orsaker kan vara trauma, inflammation, ökad stelhet i det subkondrala benet, onormal konformation av leden, instabilitet och onormal kongruens i leden (Carlson & Weisbrode 2012). På humansidan är de flesta fallen utan identifierbar orsak med ålder som den största riskfaktorn, men OA till följd av frekvent överbelastning hos unga atleter förekommer också. På djursidan däremot ses flera fall hos unga individer, där frekvent överbelastning av leden till följd av träning eller förekomsten av osteokondros är predisponerande faktorer. OA orsakas ofta av en bakomliggande OC hos de djurslag som har en hög prevalens av denna tillväxtrubbning (Carlson & Weisbrode 2012).

Fynden makroskopiskt och mikroskopiskt varierar beroende på stadiet av OA (Carlson & Weisbrode 2012). I ett tidigt skede kan ledbrösket se normalt ut och eventuellt vara mjukt vid palpation; mikroskopiskt ses en lindrig förtjockning av ledbrösket och ett minskat innehåll av proteoglykaner. Senare uppkommer ytliga erosioner, då kollagennätverket skadas i ledbrösket som har normal eller minskad tjocklek, fibrillering av brösket och så småningom ses förlust av brösket så att det subkondrala benet blottas. En förtjockning av det subkondrala benet (skleros) med mikrofrakturer kan uppstå, periartikulära osteofyter bildas och ledkapseln förtjockas. I vissa fall utvecklas subkondrala bencystor (Carlson & Weisbrode 2012).

Diagnostik vid osteokondros

Hälta med eller utan ledgallor är de vanligaste symptomen vid osteokondros hos nötkreatur (Trostle et al. (1997). Trostle et al. (1997) skriver att i endast 10 procent av fallen var ledfylldhet det primära kliniska symptomet i en studie där 29 nötkreatur med osteokondros undersöktes. Vidare verkade inte hälta och ledfylldhet vara kopplat till klassificeringen av osteokondros.

Kliniska symptom ses oftast vid en ålder av 18 till 24 månader men kalvar så unga som 5 till 7 månader kan uppvisa symptom (Throstle *et al.* 1998). Om OCD med eller utan OA i leden inte har utvecklats kan djuret verka symptomfritt. I många fall är förändringarna bilaterala och då ses ingen hålda men djuret kan upplevas röra sig stelt, ligga och stå upp onormalt långa perioder och ha en påverkad fertilitet orsakad av svårigheter att utföra en betäckning (Persson *et al.* 2007).

Hos vuxna nötkreatur är det möjligt att ta bra röntgenbilder av bra kvalitet av leder och skelett distalt om knäled och armbågsled när djuret står upp. Även höftled, knäled, armbågsled och bogled kan avbildas med röntgen hos ett stående djur men bildkvalitén blir ofta dålig med avsaknad av kontrast i jämförelse med om de tas när djuret ligger ner (Kofler *et al.* 2014). Om röntgen används som diagnostisk metod måste även djurets ålder tas i beaktande, kalvar har tjockare ledbrosk än vuxna djur och således är det rekommenderat att ta jämförande bilder på det kontralaterala benet för att kunna eliminera diagnostisk osäkerhet (Kofler *et al.* 2014).

Ultraljud kan också användas för att utvärdera leder och mjukdelar. Detta görs bäst med djuret stående. Området som ska undersökas klipps, tvättas, spritas och ultraljudsgel appliceras. Området av intresse undersöks sedan i multipla transversella och longitudinella plan. Undersökningen anpassas dock alltid efter anatomin och de strukturer som ska utvärderas. (Kofler *et al.* 2014)

Användningen av datortomografi (DT) och magnetresonanstomografi (MRT) inom bovin ortopedi är begränsad till välutrustade veterinärkliniker, framförallt på grund av den höga kostnaden och behovet av allmän anestesi. Dessa tekniker kan vara alternativ för att undersöka mycket värdefulla nötkreatur för att få en fullständig diagnos inför kirurgisk åtgärd, storleken av djuret kan dock vara ett problem eftersom de proximala delarna av benen inte får plats i öppningen av utrustningen och det kan vara svårt att positionera djuret på ett optimalt sätt (Kofler *et al.* 2014).

Enligt Gaughan (1996) finns tre indikationer för artroskopi hos nöt; septisk artrit, ortopedisk utvecklingsstörning (bland annat osteokondros) och diagnostisk undersökning när övrig diagnostik inte ger diagnos. Det artroskopiska tillvägagångssättet är extrapolerat och modifierat från hästsidan, instrumenten som används är också liknande. Ingreppet ska vara väl planerat med röntgenbilder tagna och patienten ska svälta 24 till 72 timmar före ingreppet. Vid osteokondros utvärderas leden och fragment kan sedan avlägsnas vid behov och ytan skrapas tills att viabelt, vaskulariserat subkondralt ben fås fram. Hos nöt blir ledkapseln ofta förtjockad vid processer i leden till skillnad från hos häst. Detta kan göra artroskopisk undersökning av knäleden svår eftersom det blir svårt att föra in och röra på instrumenten i leden (Gaughan 1996).

Behandling

Behandlingen vid osteokondros är antingen konservativ eller kirurgisk (Trostle *et al.* 1997). Den konservativa behandlingen kan bestå av boxvila i upp till 3 månader och medicinering med icke steroidal antiinflammatoriska läkemedel (NSAID). Trostle *et al.* (1997) undersökte resultatet av konservativ och kirurgisk behandling där 22 av 29 nötkreatur behandlades

konserverativt med vila och NSAID och resterande 7 kirurgiskt. De djur som behandlades konservativt hade en större tendens att bli avlivade inom 6 månader på grund av kronisk hälta (Trostle *et al.* 1997). Prognosen vid osteokondros verkar alltså vara dålig och slakt kan vara den mest ekonomiskt fördelaktiga lösningen (Baxter *et al.* 1991).

Riskfaktorer

Dutra *et al.* (1999) undersökte höger bakben från 46 stycken 12 månader gamla tjurar av raserna charolais, simmental, hereford och limousin utan kliniska symptom för att identifiera och beskriva lesioner som skulle kunna predisponera knä- och haslederna för osteoartrit. Tjurarna kom från en prövningsstation för tjurar och slaktades på grund av låga tillväxtindex (t-tal) i slutet av testperioden. Skillnaden i frekvens av lesioner mellan raser och mellan lesioner och tillväxthastighet utvärderades. 45 av 46 tjurar hade lesioner i lederna och/eller i tillväxtplattorna. Prevalensen var 100 % hos charolais (22/22), hereford (8/8) och limousin (4/4) och 85,7 % (6/7) hos simmental. Knäleden var affekterad hos 37, hasleden hos 33 och tillväxtzoner hos 36 av 46 tjurar. 28 tjurar hade osteokondroslesioner i led-epifys-broskkomplexet. Prevalensen av tjurar med minst en lesion var liknande mellan olika raser men var signifikant korrelerade med daglig tillväxthastighet, slaktkroppsvikt och bredden av den proximala epifysen på tibia. Dutra *et al.* (1999) skriver vidare att det verkar som att de tyngre raserna är predisponerade för osteokondros dels på grund av en högre tillväxt och på grund av att de har bredare epifyser. Skelettet hos de tyngre kötttraserna (charolais och simmental) utvecklas också långsammare med vaskulärt tillväxtbrosk närvarande vid en högre ålder. Renrasiga djur är överrepresenterade i litteraturen men Trostle *et al.* (1998) menar att detta kan bero på att renrasiga djur har större ekonomiskt värde och därför undersöks och behandlas i större grad än blandrasdjur.

Weisbrode *et al.* (1982) undersökte 25 medelålders (65 +/- 18 månader gamla) mjölkrastrjurar och fann att 17 av dessa tjurar hade förändringar i knäleden som motsvarade OC eller OA. Lesioner på laterala troklea var vanligast även i denna studie som visade att osteokondros och osteoartrit är vanligt även hos mjölkrastrjurar.

Även Reiland *et al.* (1978) har visat att OC förekommer hos mjölkrastrjurar. 48 kalvar av rasen svensk låglandsboskap (SLB) delades in i 7 grupper som utfodrades med foder av varierande energi- och mineralinnehåll. Alla tjurar som utfodrades intensivt hade lesioner i en eller flera leder och/eller tillväxtplattor. Av de tjurar som utfodrades mindre intensivt hade 13/25 lesioner. Författarna konstaterar att graden av förändringar verkar vara kopplat till utfodringsintensitet och tillväxthastighet (Reiland *et al.* 1978).

Tydliga skillnader ses också i könets påverkan för att utveckla osteokondros (Trostle *et al.* 1998). Tjurar drabbas 3 gånger oftare än hondjur. Hos stutar ses sällan symptom eftersom de ofta skickas till slakt innan kliniska symptom hunnit uppstå.

Påverkan på fertiliteten hos tjurar

Persson *et al.* (2007) undersökte höger och vänster bakben från 34 kötttrastrjurar som slaktats på grund av dåliga fertilitetsresultat. Som kontroller användes bakben från 11 kötttrastrjurar med

goda fertilitetsresultat. Hypotesen var att ledsjukdom kan vara en bidragande faktor till infertilitet hos tjurar. Femorotibial-, femoropatellar-, tarsocrural-, talocalcaneus, och proximala intertarsallederna undersöktes. Nästan alla infertila tjurar (30/34) hade förändringar i minst en led. 28 (28/30, 93 %) tjurar hade lesioner i knäleden och 24 (24/28, 86 %) av dessa var bilaterala. 14 tjurar (14/30, 47 %) hade lesioner i hasen varav 10 (10/14, 71 %) var bilaterala. 4 tjurar (4/34, 12 %) hade inga lesioner, 3 (3/34, 9 %) hade lindrig osteoartit (OA), 5 (5/34, 15 %) hade måttlig OA, 17 (17/34, 50 %) hade kraftig OA och 5 (5/34, 15 %) hade deformerande OA. Så gott som alla OA-lesioner (97 %) karakteriserades som sekundära lesioner till OCD. De vanligaste lokaliseringarna för ledpatologi var laterala åsen på *trochlea femoris* (20/30, 67 %), platån på proximala tibia (13/30, 43 %) och *eminentia intercondylaris tibiae* (9/30, 30 %). Persson *et al.* (2007) diskuterar att OA i bakben hos tjurar kan bidra till lägre fertilitetsresultat, troligtvis främst genom att tjuren har svårt att betäcka på grund av smärta men också indirekt genom negativ påverkan på spermatogenesisen.

Ultraljud

Ultraljud används i stor utsträckning inom bilddiagnostiken (Drost 2013). Att förstå fysiken för ultraljud är viktigt för att förstå begränsningarna och de artefakter som uppkommer. Ultraljud består av ljudvågor med en viss frekvens som färdas genom ett medium. Frekvens, våglängd och hastighet är parametrar som används för att beskriva ljudvågor. Frekvensen anger hur många gånger en våg upprepas per sekund (dvs. antal cykler per sekund) och har enheten hertz (Hz) där 1 Hz är en våg per sekund. I diagnostiskt ultraljud används vanligen frekvenser mellan 2 och 15 megahertz (MHz). (Drost 2013)

Våglängden är sträckan som en våg färdas under en cykel. I ultraljud används enheten millimeter (mm) för att uttrycka våglängd.

Hastigheten är den fart som ljudet färdas genom ett akustiskt medium och bestäms av densiteten och hårdheten i mediet. Generellt är hastigheten högst i fasta medier, lägre i vätskor och lägst i gaser. I biologisk vävnad färdas ljudvågorna snabbast i ben och långsammast i gasfylld lunga. I mjukdelar är medelhastigheten 1,54 mm/μs (1540 m/s) och detta värde används som konstant i ultraljudsapparater. (Drost 2013)

Ekoformationen är viktig att förstå eftersom ekot som bildas när ljudvågorna reflekteras i olika vävnader utgör den diagnostiska informationen vid ultraljud. Skillnaden i den akustiska impedansen, som utgörs av densiteten och ljudvågornas hastighet i vävnaden, mellan två närliggande vävnader avgör hur mycket ljud som reflekteras och hur mycket som överförs till underliggande vävnad. Om två vävnader har samma akustiska impedans sker ingen reflektion och inget eko uppkommer medan om två vävnader har en stor skillnad i akustisk impedans kommer nästan allt ljud att reflekteras. Största skillnaden i akustisk impedans sker i övergången mellan mjukdelar och ben respektive gas. Nästan allt ljud reflekteras vid övergång mellan mjukdel/gas och mjukdel/ben. Denna nästan totala reflektion ger upphov till ett starkt eko och en mörk skugga på bilden under gränsytan. (Drost 2013)

Infallsvinkeln är vinkeln som ljudvågen träffar ett medium med. Om infallsvinkeln inte är vinkelrät kommer reflektionsvinkeln vara samma som infallsvinkeln. Om infallsvinkeln

avviker mer än 3 grader från lodplanet kommer den reflekterade ljudvågen troligen inte fångas upp av ultraljudsgivaren. Mängden ljudvågor som fortplantar sig och som reflekteras beror på skillnaden i akustisk impedans mellan tvåmedium. För att få en bättre bildkvalitet kan strukturer scannas från flera olika vinklar för att fler ekon då kan fångas upp av ultraljudsgivaren. (Drost 2013)

En ultraljudsgivare konverterar elektrisk spänning till ljudvågor och tvärt om med hjälp av en piezoelektrisk kristall. Samma kristall sänder och tar emot ljudvågor, en process som inte kan ske samtidigt, därför sänder ultraljudsgivaren ut ljudvågor mindre än 1 % och tar emot mer än 99 % av tiden. (Drost 2013)

I en array ultraljudsgivare finns det flera kristaller som kan arrangeras i element på olika sätt, till exempel på en linje (linjär ultraljudsgivare) eller på en böjd kurva (konvex ultraljudsgivare). Elementen kan aktiveras i olika sekvenser för att skapa bilder av olika former eller för att fokusera ljudvågorna på olika djup. Två vanliga typer av ultraljudsgivartyper är sektorgivare som ger en sektorformad bild och lineära givare som ger en rektangulär bild. (Drost 2013)

Upplösningen i en ultraljudsbild avgörs av ultraljudsapparatens förmåga att urskilja ekon på basen av avstånd, tid och styrka. Ju bättre upplösning desto större är sannolikheten att en förändring kan urskiljas. En högre frekvens hos ljudvågen ger en bättre detaljupplösning vilket innebär att man vid en undersökning ska sträva efter att använda högsta möjliga frekvensen. (Drost 2013)

Djupet av ljudvågspenetrationen är omvänt beroende av frekvensen. Högfrekventa ultraljudsgivare är bäst för att utvärdera strukturer som är nära ytan medan ultraljudsgivare med lägre frekvens är bättre för djupare belägna strukturer. Ultraljudsgivare med bred bandvidd kan sända ut ljudvågor med olika frekvenser. Dessa ultraljudsgivare gör att en bättre upplösning kan fås både på strukturer nära ytan och strukturer på djupet eftersom både låg- och högfrekvent ljud sänds ut. (Drost 2013)

B-läge (brightness mode) eller gråskala används vanligen vid ultraljud av mjukdelar som buk och hjärta (Drost 2013). I detta läge blir de starkast återvändande ekona vitast på skärmen. Ljusstyrkan eller gråskalan i bilden är alltså proportionell mot styrkan av ekon från vävnaden. Orienteringen av bilden på skärmen varierar med vilken struktur som undersöks, anläggningsytan blir uppåt i bild.

För att få en så bra bild som möjligt på de strukturer som undersöks kan olika inställningar göras för att påverka bilden. Intensiteten på ljudvågorna (power) som skickas ut kan ökas och då fås en generellt ökad ekogenicitet i bilden (gråskalan blir ljusare). För att undvika artefakter och för att behålla en bra upplösning ska power hållas lågt. (Drost 2013) Gain påverkar förstärkningen av de återvändande ekona i mottagaren. Genom att öka eller minska gain kan ljusstyrkan i bilden modifieras. Om gain är för lågt kan mindre detaljer i vävnaden försvinna medan om det är för högt försvinner kontrastupplösningen. Det går även att förstärka ekon från djupare belägna strukturer mer än från de ytliga för att få en homogen gråskala i bilden. TGC-kontroller (time gain compensation controls) gör att användaren kan öka gain från ett specifikt djup i bilden. (Drost 2013)

Ekogeniciteten relaterar till den relativa ljusstyrkan i bilden för en struktur. Anekoiska strukturer har inget eko och blir svarta. När två strukturer jämförs är den ljusare strukturen hyperekoisk och den mörkare hypoekoisk. Om strukturer har samma ljusstyrka är de isoekoiska. Vid tolkning av bilden vid ultraljud är det skillnaden i strukturernas ekogenicitet som ses. (Drost 2013)

Referensdata vid undersökning av knäleden hos nöt med ultraljud

Kofler (1999) undersökte knäleder (vänster och höger) på 18 friska nötkreatur, 14 kor och 4 tjurar, och knäleder (vänster och höger) från 5 slaktkroppar från nöt (5 vuxna kor) med ultraljud för att få fram referensparametrar för mjukdelar och ben vid användning av ultraljud för undersökning av knäleder hos nöt. Av korna var 10 av rasen simmental och 4 stycken holstein-friesisk med en medelålder på 6,8 år och en medelvikt på 559,8 kg. Tjurarna var av rasen simmental och hade en medelålder på 8,5 månader och en medelvikt på 168,7 kg. Alla undersökta djur var kliniskt friska och knälederna hade inga yttre tecken på sjukdom. Kadaverbenen lossades vid höften för att bevara mjukdelsstrukturerna runt knälederna och placerades i vertikal position med hjälp av en metallställning som möjliggjorde olika grader av knäledsflexion. Djuren undersöktes stående, fixerade i en ränna och sederades vid behov med xylazin. För att undersöka korsbanden hos 3 av djuren sederades dessa och placerades liggande på sidan på ett operationsbord med knäleden böjd. På kadaverbenen böjdes knälederna för undersökning av korsbanden.

Håret över området som undersöktes rakades, huden rengjordes och akustisk gel applicerades. I studien undersöktes 9 av djuren med ultraljudsapparaten Sonoscope 3 (Kranzbühler) utrustad med en 7,5 MHz lineär eller en 5 MHz sektorgivare och 9 av djuren med en Sonoline Versa Pro (Siemens) med en 7,5 MHz lineär eller en 7,5 MHz konvex givare. Mättnoggrannheten hos Sonoscope 3 var 1 mm och hos Sonoline Versa Pro 0,1 mm. Mediala, kraniala, laterala och kaudolaterala aspekterna av knäleden undersöktes och följande strukturer kunde ses; benytor av femur, patella och tibia, ledbrosk och mjukdelar, det vill säga patellar-och kollateralligamenten, senan till fästet av *flexor digitorum longus* och *peroneus tertius*, popliteussenan, meniskerna, ledutrymmen och ledfickorna i femoropatellar- (FP), mediala femorotibial (MFT) - och laterala femorotibialleden (LFT) samt popliteallymfknutorna.

Ledbroskets tjocklek mättes över laterala och mediala troklean, ungefär 1 cm distalt om patella. För att undersöka medialsidan av knäleden måste benet abduceras. Med benet i normalposition var juvren i vägen för optimal positionering av ultraljudsgivaren, framförallt vid undersökning i transversalplanen.

Benytorna av patella, femur och tibia sågs som hyperekoiska konturer med akustisk skugga distalt. I longitudinella plan, både medialt och lateralt sågs MFT- och LFT-ledernas ledutrymmen som tydligt utlinjerade avbrott från de hyperekoiska benytorna på femur och tibia. FP-ledens yta, som består av mediala och laterala trokleans ås och området mellan dessa, var täckt av ett tunt anekoiskt brosklager varav största delen kunde visualiseras i transversella och

longitudinella plan distalt om patella. Områden med 1 till 2 mm tjockt brosk sågs på femurs epikondyler vid undersökning av laterala och mediala menisken. Brosket hade utseendet av ett tunt anekoiskt lager mellan det hyperekoiska subkondrala benet på femur/tibia och den ekogena menisken. På tjurkalvarna som var 8 till 9 mån gamla kunde tillväxtzonerna i distala femur, proximala tibia och *tuberositas tibiae* ses, framförallt i longitudinellt plan, som smala anekoiska zoner som bröt den hyperekoiska benytan på femur och tibia. De anatomiska strukturerna på knälederna på slaktbenen hade ett liknande utseende som hos de levande djuren. Även vid dissektion av knälederna korrelerade fynden väl med korresponderande ultraljudsbilder.

Korna hade en brosktjocklek på 1,6 mm i medeltal och kalvarna 1,9 mm i medeltal på laterala trokleaåsen. På mediala trokleaåsen hade korna ett medeltal på 1,7 mm och kalvarna på 1,8 mm. Ingen statistisk skillnad i värdena kunde ses mellan vänster och höger ben. Standardavvikelsen för samtliga mätresultat var 0,2 mm. Kofler (1999) kom också fram till att hos friska nötkreatur kan inte FP-, MFT- eller LFT-ledernas ledfickor tydligt utlinjas med ultraljud och en ökad fyllnad är troligtvis en indikation på patologi.

MATERIAL OCH METODER

Litteratursökning gjordes i databaserna Primo, Web of science och PubMed med sökorden; osteochondrosis AND bull AND stifle, anatomy AND stifle AND cattle och osteochondrosis AND heredity. I referenserna till artiklarna som bedömdes som relevanta för detta arbete fanns ytterligare relevanta artiklar. Relevant veterinärmedicinsk litteratur i form av böcker användes också.

Djurmateriäl

In vitro

I *in vitro*-steget användes vänster bakben från en 7 år gammal highland cattletjur. Tjuren slaktades på grund av hälta på vänster bakben och benet frystes ner efter slakt. Benet var lossat från slaktkroppen vid bäckenet för att bevara hud och mjukdelsstrukturer runt knäleden. Ultraljudsundersökningen gjordes efter att benet fått tina i två dagar. Benet ställdes i upprätt position enligt figur 4 för att efterlikna normal position.



Figur 4. Vänster bakben från en 7 år gammal tjur. Bilden visar positionering vid ultraljudsundersökning. Huden runt vänster knäled är rakad och tvättad med vatten. Bild av L. Häggblom.

I *in vitro*-steget användes också vänster och höger bakben från en 10 månader gammal SRB-tjur som slaktats på grund av upprepade pneumonier. Bakbenen var separerade i höftlederna och avsågade vid hasarna. Benen förvarades i kyl i 3 dagar efter slakt innan de undersöktes med ultraljud. För att undersöka dessa lades benen ner horisontellt så att patella låg uppåt med knälederna i lindrig extension enligt figur 5. Detta gjordes av praktiska skäl för att kunna jämföra höger och vänster ben med varandra och för att enkelt kunna transportera benen. För samtliga ben i *in vitro*-steget rakades huden runt knälederna, området tvättades med vatten och ultraljudsgel applicerades på huden varefter knälederna undersöktes med ultraljud.



Figur 5. Vänster och höger bakben från en 10 månader gammal SRB-tjur. Bilden visar positionering vid ultraljudsundersökning. Huden runt knälederna är rakad och tvättad med vatten. Vänster bakben är till vänster i bild och höger bakben är till höger i bild. Bild av L. Häggblom.

In vivo

Vänster och höger knäled på två undervisningskor av rasen SRB vid Sveriges lantbruksuniversitet undersöktes med ultraljud. Den ena kon (öronnummer 1454) sederades med en kombination av 0,5 ml xylazin 20 mg/ml (Xysol vet., VM Pharma), 0,6 ml butorfanol 10 mg/ml (Butomidor vet., Salfarm Scandinavia) och 0,5 ml ketamin 50 mg/ml (Ketaminol vet., Intervet). Den andra kon (öronnummer 197) sederades med 1,2 ml xylazin 20 mg/ml (Xysol vet, VM Pharma). Korna undersöktes stående i verkstol. Området runt vänster och höger knäled rakades vilket illustreras i figur 6, tvättades med vatten och ultraljudsgel applicerades på huden. Inget försök gjordes att fixera kornas ben i specifika ställningar eftersom korna naturligt intog olika benpositioner.

Ultraljudsutrustning

De tre kadaverbenen undersöktes med fyra olika ultraljudsutrustningar lämpliga att använda ute i fält samt två utrustningar som huvudsakligen används på klinik eller djursjukhus. Den ena av dessa kan kopplas loss från sitt stativ och användas i fält men den är inte lämplig att använda ute i en djurbesättning eftersom den är för tung och otymplig och skulle riskera att skadas.

De utrustningar som användes var;

- imaGo ECM, (Echo Control Medical, 126 Boulevard de la République, 16000 Angoulême, France) bärbar utrustning med linjär rektalgivare och sektorgivare, mätnoggrannhet 1 mm, frekvens 5-10 MHz.
- Logiq E9 GE Healthcare, (GE Healthcare Sverige AB, box 70, 182 11 Danderyd), linjär- och sektorgivare, mätnoggrannhet 0,01 mm. Frekvens linjärgivare 4,5-15 MHz, sektorgivare 4-12 MHz.
- MyLab30VET Esaote, (Esaote Group, Via E. Melen, 77, 16152 Genova, Italy) semi-bärbar utrustning med linjär rektalgivare och mikrokonvex givare, mätnoggrannhet 0,1 mm. Frekvens rektalgivare 5-10 MHz, mikrokonvex givare 3-9 MHz.
- iScan Draminski, (Draminski S.A., Owocowa 17, 10-860 Olsztyn, Poland) bärbar utrustning med linjär rektalgivare, mätnoggrannhet 1 mm. Frekvens 4-9 MHz.

De levande korna undersöktes i huvudsak med MyLab30VET Esaote men iScan Draminski användes också för att undersöka ett av bakbenen på en ko.



Figur 6. Vänster bakben från levande ko. Kon är sederad och står i verkstol. Området runt knäleden är rakat och tvättat med vatten. Bild av L. Häggblom.

Ultraljudsundersökning

Power, frekvens, gain, TGC, djup och fokusposition justerades så att bästa möjliga bildkvalitet skulle uppnås. Multipla svep med ultraljudsgivaren gjordes för att hitta optimal position och bra kontakt med huden. Författaren utförde ultraljudsundersökningar på samtliga *in vitro*-preparat och på de levande korna. Handledaren (KH) utförde samtliga undersökningar där mätvärden registrerades för att undersökningarna skulle göras på så lika sätt som möjligt samt för att minska variationer i erhållna mätvärden orsakade av att olika personer utfört mätningarna. Skelettpreparat, knäled från häst och bilder på knäled från nöt, fanns till hands för lättare orientering vid ultraljudsundersökningen.

Stillbilder togs på de strukturer som undersöktes och brosktjockleken på *trochlea femoris* mättes på laterala och mediala trokleaåsen samt i området mellan dessa då detta kunde fås fram. Undersökningarna gjordes i både longitudinellt och transversellt plan, mätningarna i longitudinalplan på trokleas laterala och mediala ås togs 1 cm från patellaspetsen. Lateral trokleaåsen har i transversalplan ett karakteristiskt utseende i form av en topp där brosket ses som en anechoisk struktur och det subchondrala benet är hyperechoiskt, longitudinellt är utseendet mer rundat i formen. Utseendet av trochlea illustreras i bilder i bilaga 1. De transversella måtten togs genom att givaren roterades 90 grader över området för den longitudinella mätpunkten och brosket mättes vid denna punkt i transversellt plan.

Preparatundersökning

Obduktion av de tre slaktbenen utfördes dagen efter eller samma dag som ultraljudsundersökningen. Knäleden (*articulatio femorotibialis*) och patellarleden (*articulatio femoropatellaris*) öppnades och bedömdes okulärt. Histologisnitt togs från trochlea femoris genom att benet sågades i transversalt och longitudinellt plan så att transversella snitt från laterala och mediala trokleaåsen och ett longitudinellt från vardera laterala och mediala trochlea femoris erhöles, se figur 7 och 8. Brosktjockleken på snitten mättes med ett skjutmått med en mätnoggrannhet på 0,1 mm för att undersöka om tjockleken överensstämde med ultraljudsmätningarna. De utsågade bitarna fixerades i 10 % buffrad formalin och urkalkades i myrsyra efter att de sågats i mindre bitar. De mindre tillskurna bitarna paraffininbäddades och snittades i 4 µm tjocka snitt samt färgades med haematoxylin & eosin (H&E). Därefter undersöktes de ljusmikroskopiskt.



Figur 7 och 8. Till vänster 1 snitt transversalt (överst, tvärsnitt av trochlea) och 2 longitudinellt (under, längs med trochleaåsar) från trochlea femoris från höger bakben från 10 månader gammal tjur och till höger närbild av det longitudinella snittet på mediala troklean. Överst i bild på den vänstra bilden ses transversalsnittet av troklea, det vita lagret i bilden är brosk och under detta finns ben, laterala (LAT) och mediala (MED) trokleaåsen kan ses. Under transversalsnittet ses longitudinella snitt av mediala (till vänster) och laterala (till höger) trokleaåsen. Även här är det vita brosk och det som ligger under ben. På den högra bilden ses närbild av longitudinellt snitt från mediala trokleaåsen, blodkärl i tillväxtbrosket kan ses (pil). Bilder tagna av L. Häggblom.

RESULTAT

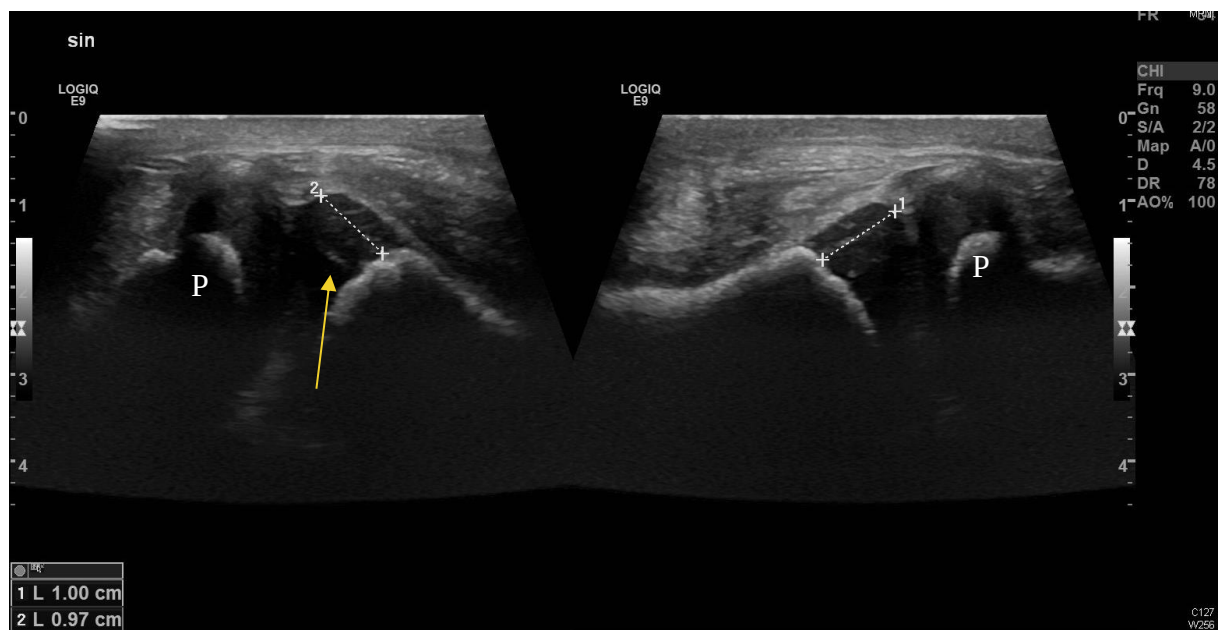
Ultraljudsundersökning

In vitro

De anatomiska strukturer som kunde avbildas var patella, patellas raka band (laterala, mellersta och mediala), laterala och mediala åsen på *trochlea femoris*, området mellan dessa kunde ses på slaktbenen från den 10 månader gamla kalven och på de två levande korna men inte på den 7 år gamla tjuren. Dessutom kunde proximala tibia avbildas och på slaktbenen från den 10 månader gamla tjuren kunde meniskerna ses. Fokus för undersökningen var *trochlea femoris*, framför allt laterala trokleaåsen. Ledbrosket sågs som en anekoisk (svart) struktur både vid in vitro- och in vivo-undersökningarna (figur 9). Hos den 10 månader gamla tjuren var brosket tjockare än hos de vuxna individerna och i brosket sågs multipla små ekogena områden vilka tolkades som vaskulariseringar i tillväxtbrosket (figur 10 och 11).

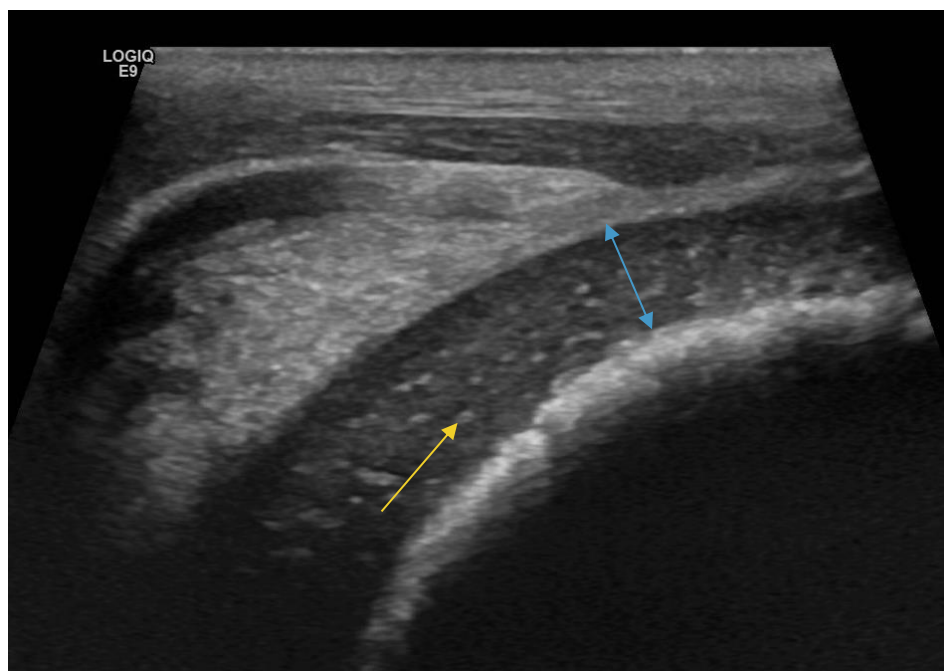


Figur 9. Longitudinell bild av laterala troklea på vänster bakben från 7 år gammal tjur. Mätpunkten är 1 cm från patellaspetsen och brosket ses som en anekoisk struktur (gul pil) och det underliggande benet är hyperekoiskt. Logiq E9-apparat. Patella (P) ses till vänster i bilden. Bild av K. Hansson.



Figur 10. Ultraljudsbild transversellt av laterala troklea på vänster och höger bakben från en 10 månader gammal tjur. Brosket på laterala trokleaåsarna är mätt 1 cm från patellaspetsen (P). Brosket ses som en anekoisk struktur med multipla små ekoiska strukturer i brosket som är blodkärl i tillväxtbrosket (gul pil). Bild av K. Hansson.

För att få fram laterala trokleaåsen identifierades patella som först palperades ut varefter givaren placerades över patella i transversalplan. Givaren fördes sedan ner längs patella och det mellersta raka bandet för att sedan föras lateralt och vinklas efter anatomin, laterala trokleaåsen kunde då ses på skärmen. Givaren fördes sedan medialt och området mellan laterala och mediala trokleaåsa kunde avbildas. Då givaren fördes ytterligare medialt gick det att avbilda mediala trokleaåsen. För att avbilda laterala trokleaåsen i longitudinellt plan gick det att rotera givaren från transversalplan till longitudinellt plan medan givaren hölls kvar över laterala troklea. Alternativt gick det att palpera ut patellas raka band och placera givaren mellan det mellersta och laterala raka bandet, precis distalt om patellaspetsen. Laterala troklea i longitudinellt plan kunde då ses på skärmen.



Figur 11. Transversalbild av brosket på mediala troklea från höger bakben av 10 månader gammal tjur. Den blå pilen illustrerar broskets tjocklek. Den gula pilen visar blodkärl i det vaskulariserade tillväxtbrosket hos ett ungt djur. Logiq E9 apparat. Bild av K. Hansson.

Tabell 1. Mått på brosktjocklek från vänster bakben från en 7 år gammal highland cattletjur. Värdena är angivna i millimeter (mm). Mätvärdena är tagna 1 cm från patellaspetsen. Eftersom den mikrokonvexa givaren på MyLab30VET inte var optimal för undersökning och mätning gjordes inte mätningar i transversalplan. Mätning med skjutmått gjordes på snitt av troklea efter obduktion. Mätning av brosket från histologiska snitt gjordes i 40x förstoring i mikroskop med en noggrannhet på 0,1 mm

		Lateralal troklea	Lateralal troklea	Medialal troklea	Medialal troklea
Apparat	Givare	Longitudinellt	Transversellt	Longitudinellt	Transversellt
MyLab30VET	mikrokonvex	1,3	-	1,2	-
	rektal	1,2	1,2	1,1	1,1
Logiq E9 GE Healthcare	sektor	1,1	1,4	1,2	1,2
	linjär	1,1	1,3	1,2	1,2
Skjutmått			2,9		2,0
Mikroskop		0,7	1,1	0,6	0,8

Tabell 2. Mätvärden från brosk på 10 månader gammal tjur, vänster bakben, värdena är angivna i millimeter. Mätvärdena för laterala troklea är tagna 1 cm från patellaspetsen. Mätvärden med alla givare och apparater gjordes inte på mediala troklea då fokus var laterala troklea och själva undersökningsgången. Mätning med skjutmått gjordes på snitt av troklea efter obduktion. Longit. Är förkortning av longitudinellt, transv. Är förkortning av transversellt. Brosktjockleken på histologisnitten mättes med linjal med noggrannheten 1 mm

		Lateralal troklea	Lateralal troklea	Medialal troklea	Medialal troklea	Området mellan lateralal och medialal troklea
Apparat	Givare	Longit.	Transv.	Longit.	Transv.	Transv.
MyLab30VET	mikrokonvex	10,3	9,8	4,5	7,9	2,6
	rektal	13,1	10,2	-	-	-
iScan Draminski	rektal	12,0	10	-	-	-
Logiq E9 GE Healthcare	sektor	10,5	9,6	3,8	4,4	2,9
Skjutmått			11		5,3	4,8
Linjal		9	10	9	5	

Tabell 3. Mätvärden för höger bakben från 10 månader gammal tjur, värdena är angivna i millimeter. Mätvärden med alla givare och apparater gjordes inte på mediala troklea då fokus var laterala troklea och själva undersökningsgången. Mätning med skjutmått gjordes på snitt av troklea efter obduktion. Longit. Är förkortning av longitudinellt, transv. är förkortning av transversellt. Brostjockleken på histologisnitten mättes med linjal med noggrannheten 1 mm

		Laterala troklea	Laterala troklea	Mediala troklea	Mediala troklea	Området mellan laterala och mediala troklea
Apparat	Givare	Longit.	Transv.	Longit.	Transv.	Transv.
MyLab30VET	mikrokonvex	11,0	10,5	5,6	6,0	2,9
	rektal	11,9	11,1			
iScan Draminski	rektal	11,0	10,0			
Logiq E9 GE Healthcare	sektor	9,9	10,9	3,3	5,2	3,1
Skjutmått			8,8		4,8	4,8
Linjal		10	7	10	4	

Även iScan Draminski och imaGo ECM provades och strukturerna som kunde ses med MyLab30VET och Logiq E9 kunde även ses med dessa bärbara apparater. Eftersom mätnoggrannheten hos de bärbara apparaterna är 1 mm så blev mätvärdena 1 mm.

Avståndet mellan huden och laterala trokleas spets i transversalplan var 1,31 cm på vänster bakben hos den 7 år gamla tjuren. Mätningen gjordes i transversalplan med Logiq E9 apparaten för att få fram ett ungefärligt värde på hur djupt under huden laterala troklea förväntas vara.

Sektorgivaren på imaGo ECM var inte optimal för att utvärdera knäleden hos nöt. Även imaGo ECM med lineärgivare användes för att undersöka knälederna hos den 10 månader gamla tjuren, det gick att se strukturerna men bildkvalitén var inte optimal och då mätnoggrannheten hos denna apparat är 1 mm så gjordes inte mätningar med denna apparat. Mätvärdena från den 7 år gamla tjuren är angivna i tabell 1 och värdena från den 10 månader gamla tjuren är angivna i tabell 2 och 3.

In vivo

Ko nummer 197 hade en varierande brostjocklek på laterala troklea och det subkondrala benet hade en ojämn kontur. Medialsidan av laterala troklea och lateralsidan av mediala troklea hade ett tjockare brosk, det vill säga brosket var tjockare mellan de två trokleaåsarna.

Tabell 4. Vänster och höger bakben, SRB (ko nr 1454). Mätvärdena för laterala troklea är tagna 1 cm från patellaspetsen. IScan Draminski användes bara för att mäta brostjocklek på ett bakben eftersom det konstaterades att noggrannheten är 1 mm så mätvärdet blir samma runt om

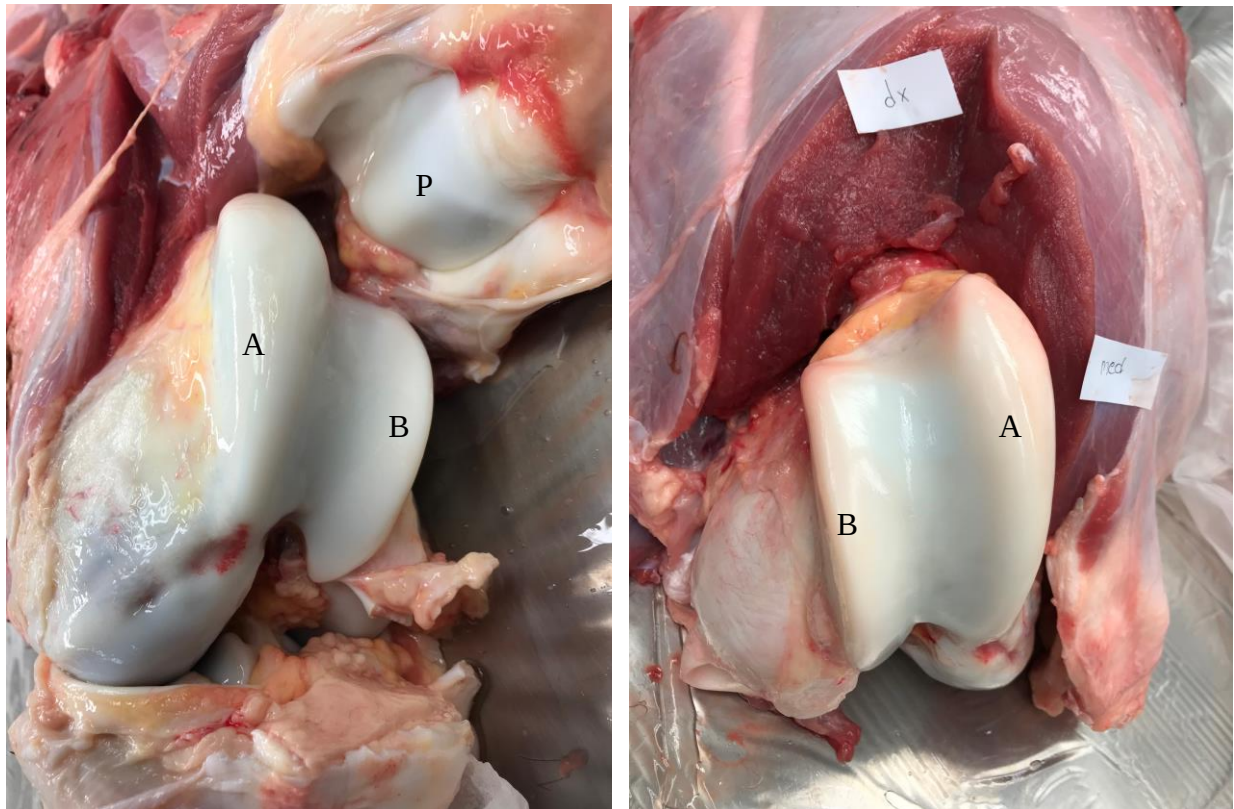
		Lateral troklea	Lateral troklea	Medial troklea	Medial troklea	Området mellan lateral och medial troklea
Apparat	Givare	Longit.	Transv.	Longit.	Transv.	Transv.
		Vä/Hö	Vä/Hö	Vä/Hö	Vä/Hö	Vä/Hö
MyLab30 VET	mikro- konvex	1,1/1,4	1,2/1,3	1,3/1,3	1,1/1,3	1,2/1,2
	rektal	1,5/1,4	1,4/1,3	1,2/1,3	1,2/1,3	1,4/1,3
iScan Draminski	rektal	1,0/-	1,0/-	1,0/-	1,0/-	1,0/-

På grund av mätnoggrannheten på 1 mm på Draminski iScan blev alla värden 1 mm och apparaten användes inte för undersökning av mer än ett ben förutom för området mellan troklea på ko nr 197 där mätvärdet blev 2 mm. Mätvärdena för brosktjocklek hos korna är angivna i tabell 4 och 5.

Tabell 5. Vänster och höger bakben, SRB-ko (nr 197). Värdena är angivna i millimeter och mätvärdena för laterala troklea är tagna 1 cm från patellaspetsen

		Lateral troklea	Lateral troklea	Medial troklea	Medial troklea	Området mellan lateral och medial troklea
Apparat	Givare	Longit.	Transv.	Longit.	Transv.	Transv.
		Vä/ Hö	Vä/Hö	Vä/Hö	Vä/Hö	Vä/Hö
MyLab30 VET	mikro- konvex	1,6/1,4	1,3/1,6	1,5/1,7	1,5/1,6	1,6/1,4
	rektal	1,7/1,6	1,3/1,5	1,5/1,7	1,4/1,7	1,5/1,5

Makroskopiskt utseende vid obduktion



Figur 12 och 13. Vänster (vänster bild) och höger (höger bild) bakben från 10 månader gammal tjur med normalt brosk. På vänstra bilden är patella (P) med medan patella är bortskuren på höger bild för att bättre visa troklea. A: mediala trokleaåsen, B: laterala trokleaåsen.. Dx markerar höger bakben. Bilder tagna av L. Häggblom.

Det makroskopiska utseendet vid obduktion av de undersökta bakbenen stämde väl överens med ultraljudsbilderna. Ingen patologi hittades. Stillbilder togs av de anatomiska strukturerna och på utsågade snitt longitudinellt och transversellt av troklea. Figur 12 och 13 illustrerar normalt brosk i knäleden hos en 10 månader gammal tjur.

Mått vid mätning med skjutmått

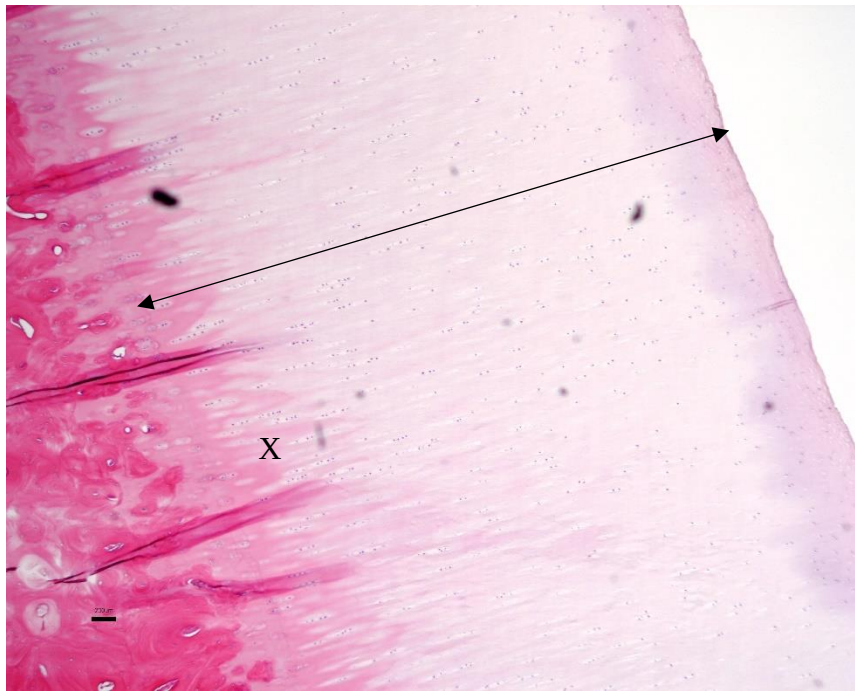
Brosket på den 7 år gamla tjuren var på tvärsnitt av troklea 2,9 mm lateralt och 2,0 mm mediant. Området mellan åsarna var 2,8 mm tjockt.

Hos den 10 månader gamla tjuren var brosket på vänster troklea 11 mm på laterala åsen och 5,3 mm på mediala åsen. I området mellan åsarna var brosket 4,8 mm tjockt. På höger sida var brosket 8,8 mm tjockt på laterala åsen och 4,8 mm tjockt på mediala åsen. Mellan åsarna var brosket 4,8 mm tjockt.

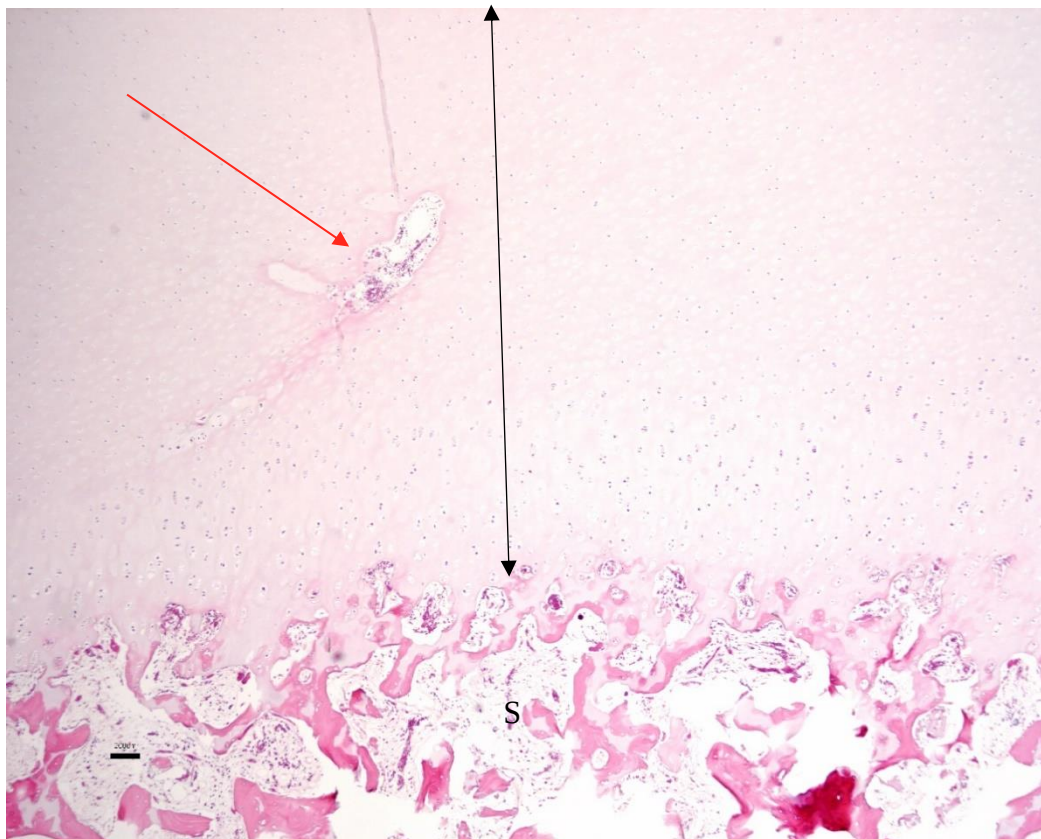
Histologiskt utseende

Det histologiska utseendet var normalt på samtliga snitt. Hos den 10 månader gamla tjuren sågs vaskulariserat tillväxtbrosk och benbildning. Figur 14 är en histologisk översiktsbild av brosket från laterala troklea på en 7 år gammal tjur och figur 15 är en översiktsbild av samma struktur

på en 10 månader gammal tjur (vänster ben). Brosket mättes på histologisnitten från den 7 år gamla tjuren i 40 gångers förstoring i mikroskop med 0,1 mm noggrannhet. Brosket från den 10 månader gamla tjuren gick inte att mäta i förstoring eftersom det var så tjockt, brosket mättes istället med linjal med 1 mm noggrannhet. Måtten presenteras i tabell 1, 2 och 3.



Figur 14. Longitudinellt snitt från laterala troklea från 7 år gammal highland cattletjur. Bilden är tagen med 40x förstoring och visar ett normalt brosk (svart dubbelriktad pil) med tidemark (X) det vill säga övergången mellan icke-förkalkat och förkalkat brosk. Längst till vänster i bild ses det subkondrala benet. Bild av L. Häggblom.



Figur 15. *Histologiskt snitt från laterala troklea från vänster knäled från 10 månader gammal tjur. Bilden är tagen med 40x förstoring och visar ett normalt tillväxtbroskbrosk (svart dubbelriktad pil) med blodkärl (röd enkelriktad pil) och primär spongylosa (S). Brosket var så tjockt så det kunde inte fås med i sin helhet på översiktsskivan och kunde därför inte heller mätas i mikroskop. Bild av L. Häggblom.*

DISKUSSION

I denna studie undersöktes knälederna på tre stycken slaktben och fyra stycken knäleder på levande kor. Referensparametrar för ultraljudsundersökning av knäleder hos nöt finns publicerade i en studie av Kofler (1999) men i litteraturen finns det ingen undersökningsmetodik beskriven. Fokus i den här studien låg på laterala troklea och på att ta fram ett undersökningsprotokoll som är möjligt att använda i fält med bärbara ultraljudsapparater med linjärgivare.

För att undersöka vilka strukturer som kunde ses användes tre stycken slaktben. Det visade sig vara svårt att få tag på slaktmaterial där bakbenen var lossade i bäcken eller höft med mjukdelstrukturer och hud intakta, därför användes endast tre ben i in vitro delen. Valet att använda två kor av mjölkkras för undersökning av knäleden hos levande nötkreatur istället för att använda köttastjurar gjordes för att korna samt utrustning och personal fanns lätt tillgängligt på SLU och undersökningarna därför kunde utföras på ett säkert och ändamålsenligt sätt. Eftersom syftet med studien var att ta fram ett ultraljudsprotokoll och inte att ta fram referensparametrar eller utvärdera broskförändringar så gjordes bedömningen att rasen på djuren i denna studie inte var av större betydelse.

De ultraljudsapparater som användes i denna studie valdes för att få ett spann från apparat för klinikbruk med hög detaljupplösning och noggrannhet och flera givare till fältmässig bärbar apparat med lägre upplösning och noggrannhet. De apparater som valdes fanns tillgängliga på SLU och inkluderades därför i studien.

I *in vitro*-steget fanns skelettpreparat och bilder av knäledens anatomi tillgängliga för att underlätta ultraljudsundersökningen och identifieringen av strukturer. God kännedom om anatomin i knäleden rekommenderas innan ultraljudsundersökning utförs för att lättare kunna identifiera rätt strukturer. Att palpera fram patella och patellas raka band underlättade identifieringen av trokleas laterala och mediala ås och området mellan dessa.

Slaktbenen obducerades och undersöktes makro- och mikroskopiskt för att säkerställa att inga patologiska förändringar fanns och för att se om strukturerna och brosktjockleken korrelerade med ultraljudsfynd. Värdena som erhöles vid mätning av brosktjocklek på de utsågade preparaten från troklea med skjutmått skiljde sig i vissa fall med flera millimeter från värdena som erhöles med ultraljud. Detta kan förklaras av att mätningen med ultraljud gjordes cirka 1 cm från patellaspetsen medan mätningen med skjutmått inte kunde utföras exakt på denna punkt eftersom preparaten inte kunde sågas exakt på samma ställe då patellas position inte går att bestämma exakt efter att leden är öppnad. Det är också möjligt att preparaten inte sågades exakt i samma plan utan lite snett och då blir också mätningen av brosktjockleken missvisande. Detta i synnerhet på den 10 månader gamla tjuren med ett tjockt tillväxtbrosk som dessutom varierade i tjocklek varför mätfelet kan antas vara större. Samma problem uppstod vid mätning av brosktjocklek på de histologiska snitten, där värdena också skiljde sig både från mätningarna med ultraljud och från mätningarna med skjutmått.

Kofler (1999) undersökte bland annat knälederna på unga tjurar; mätvärdena skilde sig mycket från de värden som uppmätts i denna studie på den unga tjuren. Den 10 månader gamla tjuren i denna studie hade ett överraskande tjockt brosk och vidare studier behövs för att bestämma referensparametrar för brosktjocklek hos olika raser och vid olika åldrar. Det går inte att dra några slutsatser från denna studie då så få djur använts men det är tydligt att brosket är betydligt tjockare hos unga individer än hos äldre men även att variation finns eftersom de värden som Kofler (1999) rapporterar från de yngre tjurarna i undersökningen inte skilde sig lika mycket från de äldre djuren som i denna undersökning. Kofler (1999) uppger att kalvarna hade en brosktjocklek på 1,9 mm och korna 1,6 mm i medeltal på laterala trokleaåsen. I denna studie uppmättes som högst en brosktjocklek på 13,1 mm hos den 10 månader gamla tjuren på laterala trokleaåsen och 1,6 mm på samma struktur hos den 7 år gamla tjuren. Dessa värden skiljer sig väsentligt från de värden som Kofler (1999) angett som referensparametrar. Att ha med en äldre och en yngre tjur i *in vitro* steget i denna studie visade sig alltså vara bra då det sågs tydlig skillnad på brosktjocklek men ingen patologi.

Mätvärdena i denna studie skiljer sig i vissa fall med flera millimeter vid mätning av samma struktur med olika apparater och givare. Detta kan förklaras med att mätpunkten 1 cm från patellaspetsen inte är exakt och viss variation i mätpunkten vid mätning kan ha förekommit. På Logiq E9 är dessutom upplösningen så hög att det subkondrala benets ojämnheter syntes tydligt framför allt hos den unga tjuren och att välja mätpunkter blev då svårare. Hos den 10 månader gamla tjuren var det även svårt att få ett mätvärde på laterala och mediala troklea i rät vinkel mot det subkondrala benet och brosket då brosket var mycket tjockare in mot området mellan trokleaåsarna än på lateral- och medialsidan. Detta kan ha bidragit till skillnaderna i mätvärdena som uppmättes eftersom mätning av en kurverad struktur riskerar att variera. I *in vivo*-steget vid undersökning och mätning av brosktjocklek hos korna fick korna röra sina ben och de intog naturligt olika positioner, mätvärdena kan därför skilja sig eftersom patellas position blir olika beroende på hur rak eller böjd knäleden är och därmed blir mätpositionen olika.

Mätvärdena gjorda med Logiq E9 GE Healthcare apparaten kan anses som mest korrekta då denna apparat har högst upplösning och en noggrannhet på 0,01 mm. Rektalgivare med bärbar utrustning för användningen i fält visade sig ändå fungera bra trots att noggrannheten bara var 1 mm. De ledförändringar som Persson *et al.* (2007) sett har varit så stora att dessa troligtvis skulle fångas upp av en apparat med en noggrannhet på 1 mm men vidare studier på detta behövs.

Ultraljudsprotokollet som nu tagits fram med fokus på femurs troklea behöver testas vidare i fältförhållanden på tjurar av olika raser men har i denna studie fungerat bra. Inga försök att fixera benen i upplyft position gjordes då Kofler (1999) tidigare har beskrivit att det trots upplyft ben är svårt att undersöka menisker och korsband hos levande nöt då det är smärtsamt för djuret att ha knäleden i maxflexion och för att fokus i denna studie var *trochlea femoris* och undersökning på upplyft ben därför ansågs onödigt.

Ultraljudsprotokollet skulle med fördel kunna användas i framtiden som ett tillägg vid fruktsamhetsundersökning innan betäckningssäsongen på tjurar som ska betäcka naturligt. Även på provningsstationer för tjurar, både kött- och mjölkkras, kunde metoden användas för att hitta tjurar med signifikanta ledförändringar för att utesluta dessa ur aveln och så småningom få en mer hållbar djurproduktion. Vidare kan det framtagna ultraljudsprotokollet öppna nya möjligheter att undersöka tjurar med misstanke om bristande fruktsamhet, till exempel vid reklamationer och försäkringsärenden. Fler studier behövs dock i större skala för att fastställa referensparametrar för tjurar i olika åldrar och för att fastställa i hur stor

utsträckning osteokondros kan avlas bort eftersom det är många faktorer som spelar roll vid sjukdomsutvecklingen.

REFERENSER

- Baxter, G.M., Hay, W.P. & Selcer B.A.(1991). Osteochondrosis dissecans in the medial trochlear ridge of the talus in a calf, *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 198: 669-671.
- Carlson, C.S. & Weisbrode, S. E. (2012). Bones, joints, tendons, and ligaments. I Zachary J. F. & McGavin, M. D. *Pathologic Basis of Veterinary Disease*, 5th ed., Missouri, Saunders Elsevier, 920-971
- Drost, W.D., (2013). Physics of ultrasound imaging. I: Thrall D.E., *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology*, 6th ed., Missouri, Saunders Elsevier, 38-49.
- Dutra, F., Carlsten, J. & Ekman, S. (1999). Hind limb skeletal lesions in 12-month-old bulls of beef breeds. *Journal of Veterinary Medicine Series a-Physiology Pathology Clinical Medicine*, 46: 489-508.
- Dyce, K.M., Sack, W.O. & Wensing C.J.G. (2010). *Textbook of Veterinary Anatomy*, 4th ed., Missouri, Saunders Elsevier.
- Ekman, S. & Carlson, C.S. (1998). The pathophysiology of osteochondrosis. *Veterinary Clinics of North America-Small Animal Practice*, 28: 17-32.
- Gaughan, E.M. (1996). Arthroscopy in food animal practice. *Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice* 12: 233-.
- Heinola, T., de Grauw, J.C., Virkki, L., Kontinen, A., Raulo, S.M., Sukura, A., Kontinen, Y.T. (2013). Bovine chronic osteoarthritis causes minimal change in synovial fluid, *Journal of Comparative Pathology*, 148: 335-344.
- Heinola, T., Sukura, A., Virkki, L.M., Sillat, T., Lekszycki, T. & Kontinen, Y.T. (2014). Osteoarthritic cartilage lesions in the bovine patellar groove: A macroscopic, histological and immunohistological analysis. *Veterinary Journal*, 200: 88-95.
- Jordbruksverket, Ann-Marie Karlsson (2016a). *Förändring av antal kor samt av antal tackor och baggar åren 1974-2016*, <https://jordbruketisiffror.wordpress.com/2017/08/13/forandring-av-anta-kor-samt-tackor-och-baggar-aren-1974-2016/> [2017-11-04]
- Jordbruksverket, Anders Grönvall (2016b). *Diko-företagen blir större men de riktigt små företagen finns också kvar*, <https://jordbruketisiffror.wordpress.com/2017/08/09/diko-foretagen-blir-storre-men-de-riktigt-sma-foretagen-finns-ocksa-kvar/> [2017-11-04]
- Kofler, J. (1999). Ultrasonographic examination of the stifle region in cattle - Normal appearance. *Veterinary Journal*, 158: 21-32.
- Kofler, J., Geissbuehler, U. & Steiner, A. (2014). Diagnostic imaging in bovine orthopedics. *Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice*, 30:11.
- Lefebvre, V., Smits, P. (2005). Transcriptional control of chondrocyte fate and differentiation. *Birth Defects Research (Part C)*, 75: 200-212.
- Olstad, K., Ekman, S. & Carlson C. S., (2015). An update on the pathogenesis of osteochondrosis, *Veterinary Pathology*, 52: 785-802.
- Persson, Y., Soderquist, L. & Ekman, S. (2007). Joint disorder; a contributory cause to reproductive failure in beef bulls? *Acta Veterinaria Scandinavica*, 49:31.
- Reiland, S., Stromberg, B., Olsson, S.E., Dreimanis, I. & Olsson, I.G. (1978). Osteochondrosis in growing bulls. Pathology, frequency and severity on different feedings. *Acta Radiologica. Supplementum*, 358:179-96.
- Robinson, W.H., Lepus, C.M., Wang, Q., Raghu, H., Mao, R., Lindstrom T.M. & Sokolove, J. (2016). Low-grade inflammation as a key mediator of the pathogenesis of osteoarthritis, *Nature Reviews*, 12: 580-592.
- Thrall D.E., (2013). *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology*, 6th ed, Missouri, Saunders Elsevier.

- Trostle, S.S., Nicoll, R.G., Forrest, L.J. & Markel, M.D. (1997). Clinical and radiographic findings, treatment, and outcome in cattle with osteochondrosis: 29 cases (1986-1996). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 211: 1566-1570.
- Trostle, S.S., Nicoll, R.G., Forrest, L.J., Markel, M.D. & Nordlund, K. (1998). Bovine osteochondrosis, *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian* 1998, 20:856-863.
- Weisbrode S.E., Monke D.R., Dodaro S.T. & Hull B.L. (1982). Osteochondrosis, degenerative joint disease, and vertebral osteophytosis in middle-aged bulls. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 181:700-705.
- Ytrehus, B., Carlson, C.S. & Ekman, S. (2007). Etiology and pathogenesis of osteochondrosis. *Veterinary Pathology*, 44: 429-448.

BILAGA 1

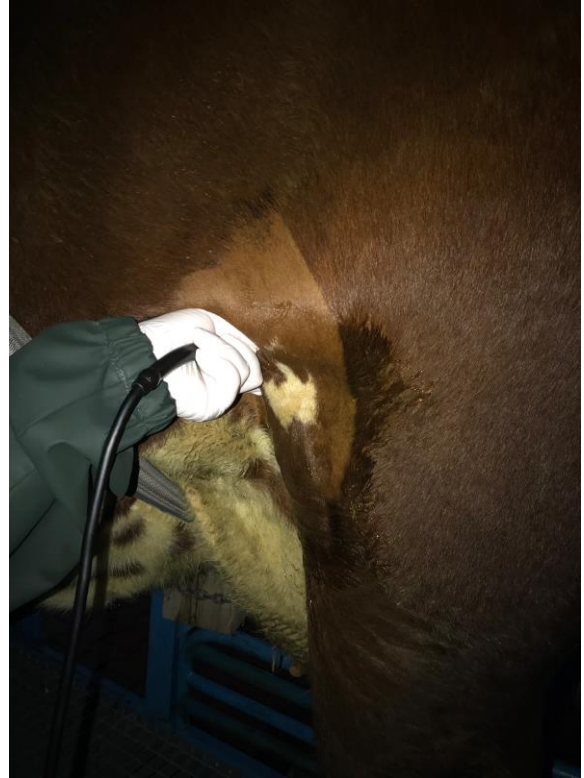
Testprotokoll för utvärdering av trochlea femoris



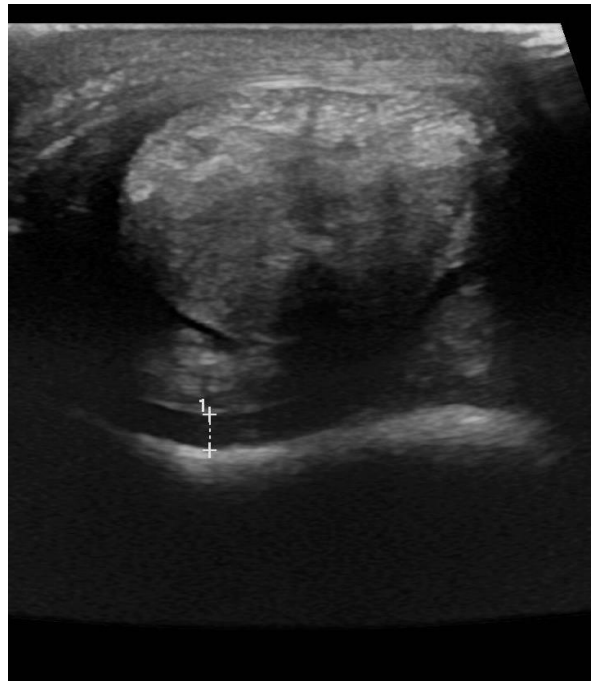
Steg 1. Djuret fixeras på lämpligt sätt, till exempel i verkstol.



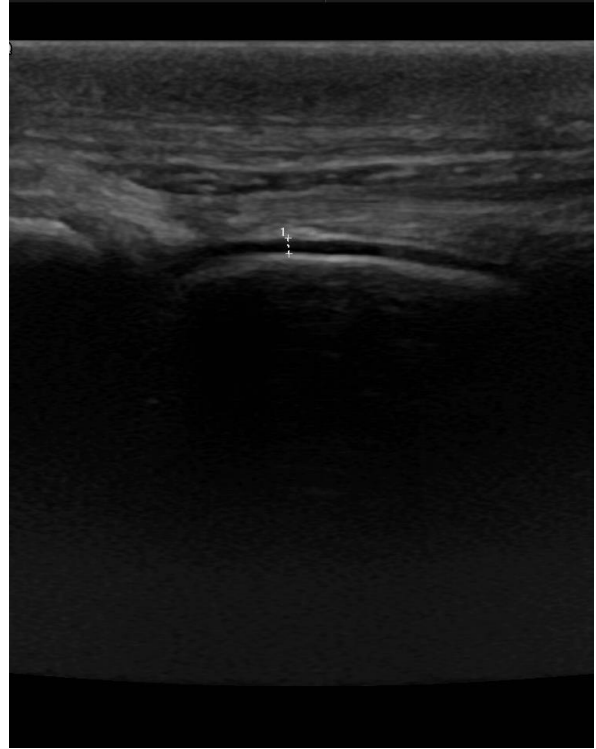
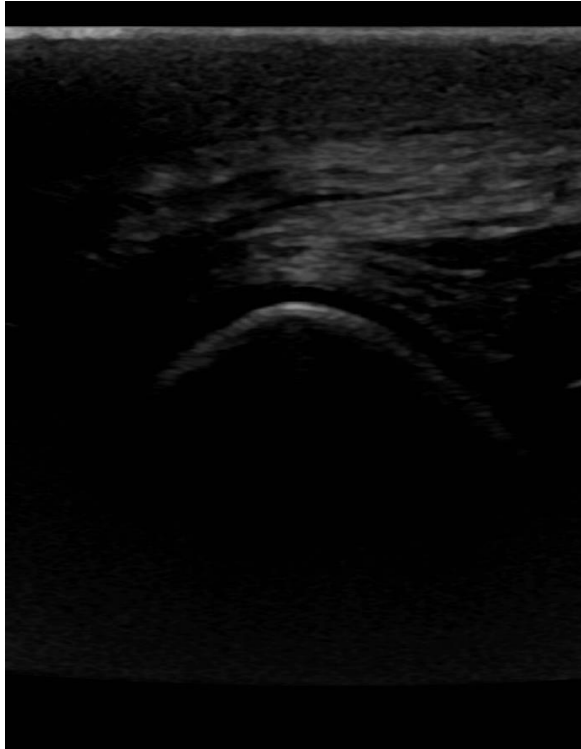
Steg 2. Patella palperas ut och området rakas och tvättas med vatten och ultraljudsgel appliceras.
Patella (vänster bild) och patellas raka band (höger bild) kan palperas.



Steg 3. Ultraljudsgivaren placeras i transversell riktning över patella.



Steg 4. Låt givaren glida ner längs patellas raka band och glid lateralt så att trokleas laterala ås kommer upp i bilden (vänster bild). Brosket ses som en anekoisk struktur. Lateral troklea, området mellan trokleaåsar (höger bild) och medial troklea kan undersökas genom att givaren förs i transversell riktning över strukturerna. På bilden till höger ses även patellas mellersta raka band som en rund struktur ovanför brosket.



Steg 5. Givaren kan svängas 90 grader i förhållande till strukturen som undersöks och brosket kan då ses i longitudinellt plan. På vänster bild ses transversalbild av mediala trokleaåsen och på höger bild ses ett longitudinellt snitt av laterala trokleaåsen med patellaspetsen till vänster i bild. Strukturerna kan även undersökas longitudinellt genom att patellas raka band palperas ut och givaren placeras mellan laterala och mellersta för att visualisera laterala trokleaåsen och mellan mellersta och mediala för att visualisera mediala trokleaåsen.