



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin
och husdjursvetenskap

Datortomografisk studie av knäleds- konformation och dess samband med osteokondros hos vildsvin och tamsvin

**Evaluation of stifle joint conformation by computed tomog-
raphy and association with osteochondrosis
in wild boars and domestic pigs**

Louise Falsen

*Uppsala
2019*

Examensarbete 30 hp inom veterinärprogrammet

Datortomografisk studie av knäledskonformation och dess samband med osteokondros hos vildsvin och tamsvin

Evaluation of stifle joint conformation by computed tomography and association with osteochondrosis in wild boars and domestic pigs

Louise Falsen

Handledare: Charles Ley, institutionen för kliniska vetenskaper

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

Examinator: Kerstin Hansson, institutionen för kliniska vetenskaper

Examensarbete i veterinärmedicin

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A2E

Kurskod: EX0869

Kursansvarig institution: Institutionen för kliniska vetenskaper

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2019

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

Nyckelord: Osteokondros, gris, vildsvin, datortomografi

Key words: Osteochondrosis, pig, wild boar, computed tomography

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för kliniska vetenskaper

SAMMANFATTNING

Osteokondros (OC) är ett stort problem för slaktsvinsindustrin då det är mycket vanligt förekommande, och ger ekonomiskt bortfall för uppfödaren. Dessutom uppvisar djuren klinisk hälsa till följd av ledsnärta. Störst problem har rapporterats hos ekologiskt uppfödda grisar. En orsak till att sjukdomen är svår att förstå är dess multifaktoriella patogenes som fortfarande inte är helt utredd i alla dess stadier. Det är visat att nekros av viktiga kärl i tillväxtbrosket hos unga djur är orsaken men vilka bakomliggande faktorer som är orsaken till kärlnekrosen är inte helt utrett. En teori som diskuterats är att nekrosen skulle bero på ledens anatomiska utseende vilket påverkar belastningen och då ger ett ökat tryck i vissa fokala vävnadsdelar av leden. Det har även diskuterats om en för snabb tillväxt skulle resultera i för stort tryck på det känsliga tillväxtbrosket och att därmed trauma skulle kunna vara orsaken till att små fokala nekrosor i tillväxtbrosket förvärras och blir allvarliga skador.

Vildsvin uppvisar inga eller mycket milda OC förändringar, men hos tamsvin är frekvensen mycket hög. Syftet med arbetet är att utreda om det finns anatomiska skillnader mellan vildsvin och tamsvin samt om det finns skillnader mellan tamsvin som fått olika OC-graderingar för att se om det finns ett samband mellan anatomisk konformation och OC-utveckling. Arbetet bestod av datortomografiska (DT) bilder av knäleden från 38 vildsvin och 42 tamsvin i åldern 6-18 månader respektive 5,5-6,5 månader. Tamsvinen var uppfödda under omständigheter som liknar KRAVs regler och vildsvinen frilevande och benen inskickade av jägare.

I DT-bilder av benen standardiserades sedan benens position i bildhanteringsprogram och flera olika anatomiska längder och vinklar mättes i knäleden. Olika mätmetoder utprovades för att hitta den mest optimala. Alla leder graderades även på förekomst av OC med hjälp av DT. Mätvärden och gradering undersöktes med de statistiska testen "Two sample T-test", "Mann-Whitney U test", "ANOVA one way" och "Kruskal-Wallis test by ranks" för att se om det fanns några skillnader mellan vildsvin och tamsvin och för att se om det fanns något samband mellan anatomisk konformation och OC-grad hos tamsvin.

Alla utom ett av tamsvinen hade OC, inga vildsvin hade OC och alla mätvärden skiljde sig mellan tam- och vildsvin. Ett mätvärde visade ett samband med allvarlighetsgraden av OC i tamsvin. Det värdet var tibias längd där allvarligare OC påvisades ju kortare benet var.

Den höga OC-frekvensen i knäleden hos tamsvinen i arbetet stämmer väl överens med tidigare studier där tamsvin visar en mycket hög OC-frekvens i knä- och hasled medan OC hos vildsvin sällan rapporteras. De uppvisade skillnaderna i ledkonformation mellan tam- och vildsvin antyder ett samband mellan ledens anatomi och OC-graden vilket skulle kunna tyda på att ledens utformning kan påverka OC-utveckling. Resultatet att tibias längd var kortare hos tamsvin med allvarligare OC skulle också kunna förklaras med att OC-skadan påverkar benets längd och/eller ger sekundära ledförändringar till följd av en störd bentillväxt.

Fler studier behövs för att helt verifiera resultatet och det vore av stort värde om det går att följa det levande djuret och registrera de tidiga förändringarna och hur OC-utvecklingen framskrider, för att särskilja orsaker från sekundära ledförändringar.

SUMMARY

Osteochondrosis (OC) is a major and common problem in the slaughter pig industry and results economic loss to the breeder. Affected animals exhibit clinical lameness due to joint pain and the frequency of OC is reported to be highest in organically reared free-range pigs. One reason why the disease is difficult to understand is its multifactorial pathogenesis which is still not fully understood. It has been shown that necrosis of important blood vessels in the growth cartilage of young animals is a cause of OC but the underlying factors that are the cause of the vascular necrosis are not completely understood. One theory is that the necrosis might depend on the anatomical shape of the joint, which affects the loading and could give rise to increased pressure in certain focal regions of the joint. It has also been discussed whether excessively rapid growth rates could result in excessive pressure on the sensitive growth cartilage and that trauma could be the reason why small focal necrosis in the growth cartilage worsens and becomes serious damage.

Wild boars show no or only very mild OC changes, but in domestic pigs the frequency of OC is very high. The purpose of this work is to investigate whether there are anatomical differences between wild boars and domestic pigs and whether there are differences between domestic pigs that have received different OC grades to see if there is a connection between anatomical conformation and OC development. The work consisted of computer tomographic (CT) images of the knee joint from 38 wild boars and 42 domestic pigs aged 6-18 months and 5.5-6.5 months. The domestic pigs were bred under circumstances similar to KRAV's guidelines. The wild boars was free-living and the joints were collected by hunters.

In CT images of the legs, the position of the legs was standardized with image processing software and several different anatomical lengths and angles were measured in the knee joints. Different measurement methods were tested to find the most optimal method. All joints were also graded regarding the presence of OC using the CT images. Measurements and grades were examined with the statistical tests "Two sample T-tests", "Mann-Whitney U test", "ANOVA one way" and "Kruskal-Wallis test by ranks" to see if there were any differences between wild boars and domestic pigs and to see if there was any correlation between anatomical conformation and the severity of OC degree in the domestic pig.

All but one of the domestic pigs had OC, no wild boar had OC and there were statistical differences between all measured values between domestic pig and wild boar. The length of the tibia showed a correlation with the severity of OC in domestic swine, with more severe OC was detected in domestic pigs with shorter tibias.

The high OC frequency in the knee joint of the domestic pigs in the work is well in line with previous studies where domestic pigs show a very high OC frequency in the knee and hock while OC in wild boar is rarely reported. The differences detected in conformation between the wild boars and domestic pigs suggests a connection between the joint's anatomy and the OC degree and might indicate that the joint conformation can affect OC development. The finding that domestic pigs with more severe OC have shorter tibias might be explained by the fact that the OC damage also affects the length of the tibia and / or that as a result of the disease in the joint there is disturbance of the tibia bone growth. More studies are needed to fully verify the outcome and it would be of great value if it is possible to follow the live animal and record the early changes and how the OC development progresses, to distinguish causes from secondary joint changes.

INNEHÅLL

Inledning	1
Litteraturoverskrift	2
Osteokondros	2
Endokondroal benbildning.....	2
Vaskularisering	3
Patogenes vid epifysär osteokondros	3
Etiologi.....	5
Anatomiska predisponerande faktorer	5
Snabb tillväxt	5
Genetik.....	5
Trauma	6
Nutritionella faktorer	6
Tamsvin och ekologisk produktion.....	6
Vildsvin.....	7
Datortomografi och osteokondrosis manifesta och dissecans	8
Tekniken bakom datortomografiska bilder	9
Material och metod	10
Metodtest	11
Mätning av ben och leder.....	11
Standardposition tibia	11
Centrering	12
Mätning av tibia.....	12
Tibias längd och vinkel.....	13
Standardposition femur.....	13
Mätning av femur.....	14
Femurs längdaxel-kondylvinkel	15
Osteokondrosgradering	15
Statistik	16
Resultat	17
Exkludering.....	17
Metodtest	17
OCM och OCD förekomst.....	21
Normalfördelning.....	22
Samband mellan anatomi och OCM och OCD.....	22
Vildsvin vs tamsvin	23
Diskussion	26
Konklusion	28
Populärvetenskaplig sammanfattning	29
Referenslista	32

INLEDNING

Osteokondros (OC) är ett stort problem hos slaktsvin och är en viktig orsak till utslagning (Yazdi *et al.*, 2000) och hälta (Stavarakakis *et al.*, 2014). Prevalensen ligger på mellan 41,1 - 100 % (Etterlin, 2016; Olstad *et al.*, 2014; van Grevenhof *et al.*, 2011), beroende på typ av diagnostik och undersökta leder. De ekologiskt uppfödda grisarna uppvisar generellt allvarligare lesioner än konventionellt uppfödda och vildsvin visar lägst frekvens av OC (Etterlin, 2016). I en studie där kasserade ben från ekologiska grisar undersöktes konstaterades att 70 % uppvisade osteokondrosis dissekans (OCD) i has och/eller armbågsled och hos 40 % av grisarna var skadorna bilaterala (Gångare, 2009). Haslederna är en av lederna som har högst frekvens av OC och i en studie där 40 ekologiskt uppfödda grisar undersöktes med hjälp av datortomografi (DT) hade samtliga individer OC i hasleden (Etterlin *et al.*, 2017). Knäleden har också rapporterats ha hög frekvens OC och i en studie rapporterades 90 % av grisarna ha OC i knäleden (Jørgenson *et al.*, 1995). Av etiska och ekonomiska skäl är det av vikt att utvecklingen av OC klarläggs för att man ska kunna arbeta för att minska prevalensen och allvarlighetsgraden hos alla djurslag.

Uppkomst och utveckling av OC är komplex och involverar flera faktorer och det råder fortfarande ovisshet om vilka faktorer som har störst påverkan vad gäller sjukdomsutveckling (Yttrhus *et al.*, 2007). Grøndalen (1974) upptäckte ett samband mellan ledkonformation och OC-förekomst i knäleden hos slaktsvin. Han såg att grisar som hade en mindre medial femurkondyl-diafysvinkel hade ökad OC-frekvens. Hans teori var att tibias mediala eminentia utsattes för större tryck på grund av att mediala kondylen ligger an mot eminentia medialis och på så sätt orsakar lokal nekros av kärl. Skillnader i OC-förekomst har setts mellan olika slaktsvinsraser varför en genetisk koppling antas finnas (Van der Wal *et al.*, 1980).

Syftet med det presenterade arbetet är att anpassa en makroskopisk befintlig metod (Grøndalen, 1974) till DT-bilder för att undersöka knäledskonformation och förekomst av OC hos tamsvin och vildsvin, och undersöka om skillnader i ledkonformation är av betydelse för OC-förekomst och allvarlighetsgrad.

Tre hypoteser fanns före arbetet:

1. OC-förekomst och allvarlighetsgrad är korrelerad med knäledens konformation.
2. Knäledskonformationen skiljer sig åt mellan tamsvin och vildsvin
3. Antal fall av OC i knäleden hos tamsvin är högre än hos vildsvin och OC lesionernas utbredning och allvarlighetsgrad i leden hos tamsvin är större än hos vildsvin.

LITTERATURÖVERSIKT

Osteokondros

Begreppet *Osteochondritis dissecans* myntades 1887 och syftade till bildandet av lösa benfragment i leder hos människa (König, 2013). Vissa forskare anser att namnet *osteochondrosis* är mer korrekt då inflammation inte är den primära orsaken utan snarare en följd av lesionen (Yttrhus *et al.*, 2007).

OC kännetecknas av en lokal rubbning av ossifikationen i tillväxtbrosket. De tidigaste tecknen på sjukdom ses mikroskopiskt och är en fokal brosk- och kärl-nekros i vilozonen, som senare leder till en broskretention där ossifikationszonen växer på ömse sidor om broskretentionen och ger en fokal makroskopiskt synlig förändring. OC kan förekomma i alla leder där tillväxtbrosk finns och ses ofta multifokalt, i flera leder och/eller bilateralt (Yttrhus *et al.*, 2007). Vanligaste predilektionsställen hos gris är mediala femurkondylen och distala humeruskondylen, men även ulnas proximala ledyta och ulnas distala tillväxtplatta är vanlig lokalisation (Nakano *et al.*, 1987). Den tidiga skadan i form av fokal brosknekros av tillväxtbrosk uppstår redan vid ungefär 2 månaders ålder (Olstad *et al.*, 2014). OC har, förutom människa, hittills påvisats hos 7 olika djurslag: gris, häst, nöt, hund, kalkon, kyckling (Olstad *et al.*, 2015) och katt (Schwarze *et al.*, 2015).

OC-prevalensen är högre hos ekologiskt uppfödda grisar jämfört med konventionellt uppfödda grisar (Etterlin, 2016). I studien undersöktes bogled, armbågsled, knäled och hasled från 136 grisar postmortem genom att lederna öppnades och graderades makroskopiskt på en 6-gradig skala. Resultatet visade att 53 % av de konventionellt uppfödda grisarna hade OC i armbågsleden och 68 % av de ekologiskt uppfödda grisarna. De ekologiskt uppfödda grisarna hade även allvarligare lesioner där 31 % av de ekologiskt uppfödda grisarna visade OCD i hasleden jämfört med endast 4 % av de konventionellt uppfödda. Samma författare undersökte talus (språngbenet) hos 40 ekologiskt uppfödda tamsvin respektive 40 vildsvin och såg att vildsvin hade en OC-frekvens på 13 % på talus (språngbenet) jämfört med ekologiskt uppfödda grisar som hade en motsvarande frekvens på 100 %.

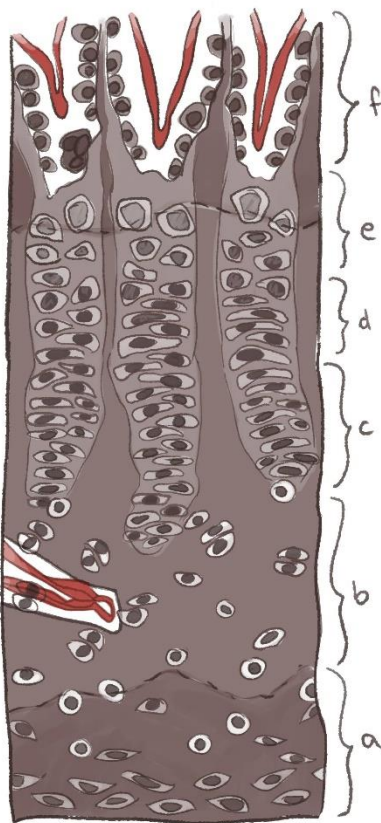
Endokondral benbildning

Långa rörben har två tillväxtzoner, tillväxtplattor och epifysära tillväxtbrosk. Tillväxtplattorna står för benets longitudinella tillväxt och epifysära tillväxtbrosket, som finns mellan ledbrosket och det sekundära ossifikationscentrum i epifyserna, bidrar till benändarnas formtillväxt. Både i tillväxtplattorna och i epifysen bildas ben genom att tillväxtbrosket mineraliseras och omvandlas till ben allteftersom benet växer. På så sätt kan benet hålla för belastning även under tillväxtperioden. Denna process kallas för endokondral- eller enkondral benbildning. Både i tillväxtplattan och i det epifysära tillväxtbrosket organiserar sig kondrocyterna i fyra olika zoner. De fyra zonerna utgörs av; vilo-, proliferations-, hypertrofi-, mineraliserings-zon och slutligen sker förbening (ossifikation). I tillväxtplattan bildar de proliferativa cellerna tydliga kolumner medan de i epifysära tillväxtbrosket snarare bildar grupper av delande celler. I hypertrofa zonen blir cellerna som namnet antyder större och bildar en specifik extracellulär matrix, som kan mineraliseras. De utsöndrar även ”vaskulärt endotelcellstillväxtfaktor” som påverkar vaskularisering av brosket. I mineraliseringszonen växer kärl in med tillhörande benprekursorceller

som kan producera osteoid på en byggnadsställning av mineraliserat brosk och därmed bygga upp ben (Fig. 1). Ossifikationszonen avancerar något snabbare än tillväxtbrosket hinner växa vilket gör att tillväxtbrosket med tiden blir tunnare (Yttrhus *et al.*, 2007).

Vaskularisering

Tillväxtbrosket både i tillväxtplattan och det epifyseala brosket, kräver god kärlförsörjning till skillnad från ledbrosket som helt saknar vaskularisering. I vilozonen och proliferationszonen försörjs brosket genom så kallade broskkanaler som innehåller kärl medan det i ossifikationszonen växer in nya kärl från benvävnaden som anastomoserar med tillväxtbroskets kärl, och det är i denna övergången som leden tros vara i sitt mest känsliga stadium för utveckling av OC (Yttrhus *et al.*, 2007).

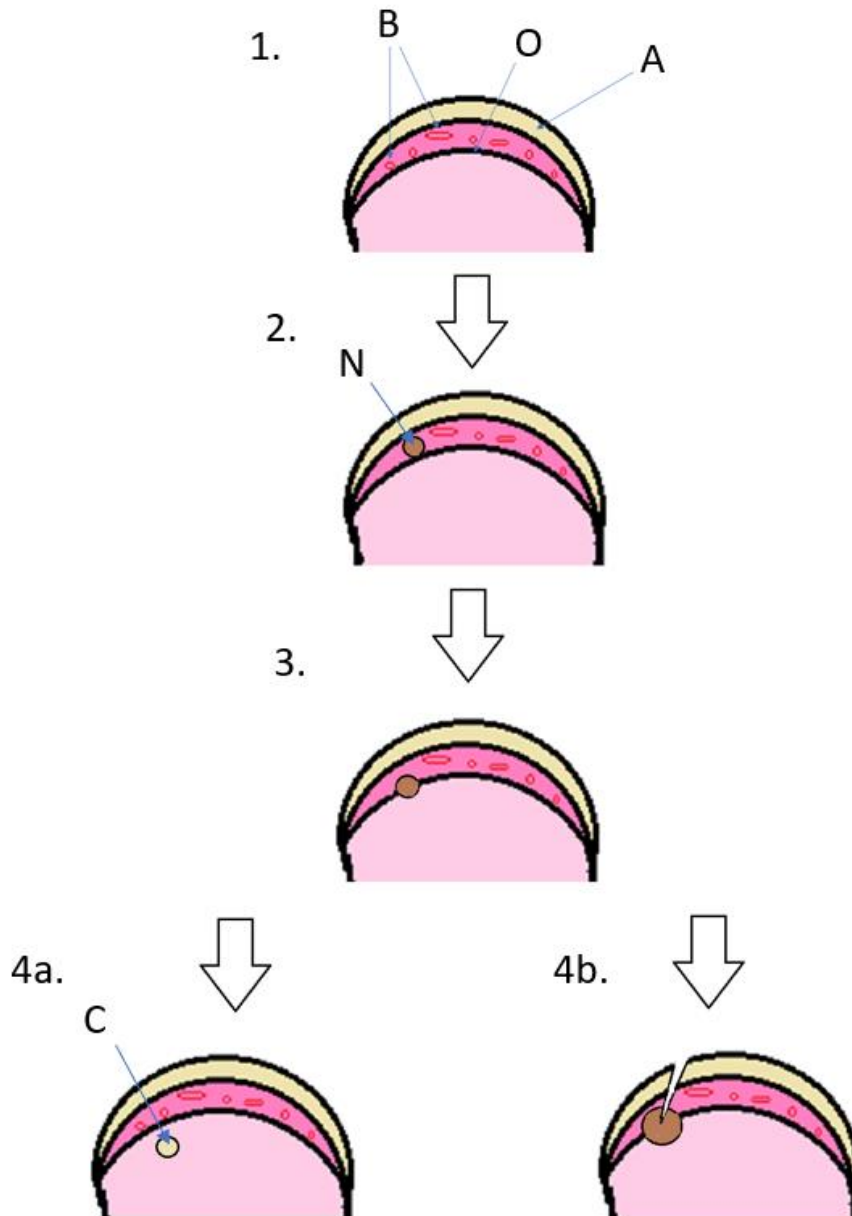


Figur 1. Endokondral benbildning: Ledytan täcks av led-brosk (a) som helt saknar vaskularisering. Vilozonen med ett broskkärl med tillhörande kärl (b) och proliferationszonen (c). I proliferationszonen delar sig cellerna. I hypertrofizonen (d) blir cellerna större. I mineraliseringszonen (e) dör broskcellerna och benprekursorceller migrerar in. I ossifikationsfronten (f) växer nya kärl in och anastomoserar med tillväxtbroskets kärl.
Bild: Frida Johnsson.

Patogenes vid epifysär osteokondros

Långt innan makroskopiska lesioner blir synliga i leder kännetecknas OC histologiskt av en fokal nekros i tillväxtbrosk så kallad osteokondrosis latens (OCL). OCL involverar varken ossifikationszonen eller ledbrosket. I en review-artikel om OC har Yttrhus *et al.* (2007) sammanfattat OC-forskningen och kommit fram till att nekrosen uppstår till följd av skada på broskkanaler och därmed förlust av normal vaskularisering till tillväxtbrosket vilket ger upphov till en fokal ischemi och därmed brosknekros. Om det nekrotiserade området är litet till storlek kan ossifikationsfronten lyckas återvaskularisera området så att benbildningen sker normalt. Om det nekrotiserade området är för stort kommer inte ossifikationsfronten kunna tränga in i området

vilket syns som en bendefekt, med fokalt förtjockat nekrotiserat tillväxtbrosk, osteokondrosis manifesta (OCM). I dessa fall kan ossifikationsfronten antingen helt täcka defekten med ben vilket resulterar i en radiologiskt cystalik förändring i benet eller så bildas en spricka i brosknekrosen som resulterar i att ett brosklock bildas, osteokondrosis dissekans (OCD) (Fig. 2).



Figur 2. Patogenes vid epifysär osteokondros. 1: Normal led med avaskulärt ledbrosk (A), broskkanaler med kärl (B) i tillväxtbrosket och ossifikationsfront (O). 2: Lokal nekros (N) av tillväxtbrosk på grund av kärlnekros i.e. osteokondrosis latens (OCL). 3: Fokalt rubbad benbildning då ossifikationsfronten når brosknekrosen i.e. osteokondrosis manifesta (OCM). 4a Nekrosen kan antingen helt inneslutas i ben och läka ut eller bilda en radiologiskt cystaliknande bendefekt (C) inneslutas av normal benvävnad eller bilda en spricka från ledytan in till defekten och ett brosklock lösgör sig från leden i.e. osteokondrosis dissekans (OCD) 4b. Bild: Louise Falsen.

Etiologi

Orsaken till den tidiga kärlskadan och uppkomsten av OCL är ännu inte helt klarlagd, men olika bakomliggande faktorer såsom, snabb tillväxt, genetisk bakgrund, ledkonformation, trauma, nutritionella brister och överskottsutfodring har diskuterats och undersökts (Ytrehus *et al.*, 2007). En orsak till att studierna kommit fram till olika resultat kan vara att de undersökt olika stadier av OC (OCL, OCM och OCD). Mycket talar för att det kan vara olika faktorer som påverkar uppkomsten av de tidiga skadorna (OCL) och andra faktorer som påverkar utvecklingen av de senare stadierna av OC (OCM, OCD).

Anatomiska predisponerande faktorer

Grøndalen (1974) undersökte olika mått och vinklar och olika leder från 25 slaktsvin. Han rensade bort mjukdelar från benen och mätte benen makroskopiskt. Han fann att en mindre vinkel mellan femurs mediala kondyl och femurs längsaxel hade ett samband med ökad förekomst av OC. Denna vinkel erhöles genom att han med femur liggandes med kaudala ytan mot en plan yta drog en fiktiv linje genom femurs längdaxel och sedan drog en andra linje längst med mediala femurkondylens proximala yta. Vinkeln mellan dessa linjer var den som visade sig vara signifikant för OC-grad. OC-graderingen bedömdes makroskopiskt utifrån en 5 gradig skala. Han påpekade att den mindre vinkeln orsakade att mediala femurkondylen gick emot femurs mediala eminentia och hans teori var då att detta orsakade ett tryck som resulterade i lokal kärlnekros och OC. Han mätte även flera strukturer och vinklar i/på armbågsleden, ryggkotpelaren, pelvis, femur och tibia. I en annan undersökning jämfördes OC-förekomsten hos norska slaktsvin före och efter implementering av ledkonformation i avelsprogrammet och man kunde då se att förekomsten sjunkit från 6,7 % till 1,5 % under en 10-årsperiod (Grøndalen, 1981). I projektet utslöt man djur som hade felaktiga benställningar i bakbenen. Detta tyder på att anatomiska uppbyggnaden av leder är av betydelse för sjukdomsutveckling.

Snabb tillväxt

Denna teori har länge varit en av de ledande hos gris då OC-förekomsten ökade kraftigt i samband med att man började industrialisera grisproduktionen och få ökad tillväxt hos slaktsvinen. Många studier har undersökt om reducerat födointag och därmed långsammare tillväxt kan påverka OC-förekomst men resultaten har varierat från studier där ingen korrelation kunde påvisas (Nakano, 1979; Woodland *et al.*, 1987) till studier där resultaten pekar på att snabb tillväxt kan öka förekomsten av OC (Aasmundstad *et al.*, 2013; Arnbjerg, 2007). Sammantaget kan sägas att denna teori behöver undersökas vidare men att den kan antas ha en roll i sjukdomsförloppet vid OC.

Genetik

Hos olika raser bland både gris, häst och hund varierar OC-förekomsten (Andersen & Jørgensen, 2000; van der Wal *et al.*, 1980) vilket tyder på att det finns en genetisk komponent i uppkomst och utveckling av sjukdomen. Forskare är dock inte enade om det är den genetiska kopplingen till tillväxthastigheten eller ledkonformationen som kan vara orsaken till utvecklingen av OC (Ytrehus *et al.*, 2007).

Trauma

Den mest troliga teorin hos alla djurslag är att trauma skulle vara en viktig faktor för OC-utveckling från OCL till OCD. Redan 1933 föreslog Fairbank att trauma kunde vara en viktig faktor i utvecklingen av OCD hos människa. I en studie där unga växande grisar släpptes från ca 1 meters höjd kunde högre förekomst av OCD ses jämfört med kontrollgruppen som levt under liknande förhållanden men inte utsatts för trauma (Nakano & Aherne, 1988). Det är också visat att makroskopiska lesioner hos människa är vanligare hos individer med hög aktivitetsnivå. Teorin stärks även av att skador ofta uppkommer i områden som utsätts för hög belastning med vävnadsstress. Det finns dock inga säkra bevis för att trauma skulle vara orsaken till sjukdomens tidiga stadium som OCL. Däremot kan troligen trauma förklara hur leder med tidig OCL utvecklas till OCD (Ytrehus *et al.*, 2007).

Nutritionella faktorer

Många försök har gjorts för att undersöka om innehållet i dieten kan påverka OC-utveckling. Till exempel undersöktes OC-förekomsten hos grupper av grand danoishundar som gavs rekommenderad fodergiva eller extra kalcium tillsatt i fodret och hundarna som fått extra kalcium utvecklade allvarligare OC (Schoenmakers *et al.*, 2000). Ett annat liknande försök hos grand danoishundar visade att höga vitamin D supplement gav störd endokondral ossifikation (Tryfonidou *et al.*, 2003). Studier har även gjorts hos häst där föl efter ston som fått kopparinjektioner under dräktigheten undersöktes på förekomst av leddefekter utan att någon tydlig koppling kunde ses (Gee *et al.*, 2005). Inga nyligen publicerade studier har undersökt nutritionella faktorer som orsak till OC hos gris men några äldre studier existerar. I en studie där grisar i olika grupper fick rekommenderad dos kalcium och fosfor eller 130 % av rekommenderad dos kunde inga skillnader i OC-förekomst ses (Brennan & Aherne, 1986). Vitamin-C tillskott visade sig inte heller påverka OC-förekomst (Nakano *et al.*, 1983). Inverkan på OC-frekvens beroende på tillsats eller avsaknad av flera olika spårmineraler som zink, mangan och koppar undersöktes i en studie utan att några signifikanta skillnader kunde påvisas (Toth *et al.*, 2016). Fler liknande studier har utförts utan att något näringsämnes brist eller något tillskott kan anses korrelera med OC-utveckling och även om det finns många näringsämnen som ej undersökts så kan man anta att nutritionella komponenter inte har någon betydande roll i sjukdomsutvecklingen (Nakono *et al.*, 1987). Värt att nämna är att samtliga artiklar undersökt OCM eller OCD och att inga studier fokuserat på OCL, och dess koppling till nutritionella brister eller överdoseringar.

Tamsvin och ekologisk produktion

Tamsvinet *Sus Domestica* domesticerades troligen för ca 9000 år sedan och har sitt ursprung i vildsvinet *Sus Scrofa* (Giuffra *et al.*, 2000). Människan har enda sedan dess fött upp grisar för köttets skull men sättet vi föder upp grisar har förändrats markant på senare år och de 20 senaste åren har köttproduktionen fördubblats i världen. Från att varje hushåll hade sin egen hushållsgris har produktionen idag koncentrerats till stora gårdar med ofta över 1000 suggor, vilket medför ökat smittryck. I USA har 46,5 % av grisgårdarna mer än 5000 suggor. Detta har medfört att vi håller grisarna på ett helt annat sätt en tidigare. De flesta av världens grisar står i betongboxar inomhus även om undantag finns. Det ökade smittrycket medför mer sjukdomar vilka hålls nere med hjälp av medicinering och så kallade ”all-in-all-out” system. Mycket noggranna

hygienregler följs i de flesta fall för att minska att infektiösa sjukdomar kommer in till besättningen (Cameron, 2000). I Sverige får man som mest ha 600 grisar i samma stall förutsatt att man är ansluten till en organiserad hälsokontroll och att man följer ”all-in-all-out” standarden. Boxarna ska vara så utformade att grisarna inte kan skada sig på inredningen och att alla djur kan ligga ner på en torr liggyta samtidigt. Strömedel ska tillgodoses så att grisarna kan utföra sitt naturliga bökbeteende och man ska isolera sjuka grisar i sjukbox och ge dem korrekt vård (Jordbruksverket, 2018). Slaktsvin slaktas vid ungefär 5-7 månaders ålder och väger då runt 100 kg. Vuxna suggor och galtar kan väga betydligt mer (Svenskt kött, 2018).

Idag ökar intresset för ekologiskt kött vilket innebär att grisarna föds upp med vissa krav på foder och möjlighet till utevistelse. För att få klassas som ekologiskt krävs att grisarna föds upp på foder som till 95 % är ekologiskt odlat, minst 20 % ska komma från egna gården. Spädgrisar ska födas upp på mjölk i minst 40 dagar. Vissa tillsatser i fodret är inte tillåtna. En stor skillnad mellan konventionella och ekologiskt uppfödda grisar är rörelsemöjlighet. Vid ekologisk produktion ska alla grisar ha möjlighet till utomhusvistelse även om det i praktiken ofta betyder en betongplatta under tak (Jordbruksverket, 2018).

Vid så kallad KRAV-certifiering ska grisarna även ha tillgång till bete under sommarhalvåret vilket ger möjlighet till mer rörelse. Grisarna ska också ha tillgång till lerbad för att kunna svalka sig. En annan skillnad gentemot enbart ekologisk produktion är att suggan ska ha tillgång till så mycket halm att hon kan bygga bo innan grisning (KRAV, 2018). Idag används oftast samma rashybrid vid KRAV-certifierad och ekologiskt uppfödning som vid konventionell produktion.

Vildsvin

Vildsvin *Sus scrofa* är tamsvinets vilda förfäder och finns idag utspritt i stora delar av södra och mellersta Europa. Vildsvinet var tidigare utrotat i Sverige men har reintroducerats på senare tid och finns nu i de södra och mellersta delarna av landet. Vildsvin kan leva i många olika klimat men trivs bäst i tempererade till tropiska klimat. Bestånd har setts frodas i allt från regnskogar till nordiska vintrar (Oliver & Leus, 2008).

I det vilda lever vildsvin på en allsidig kost. Största delen består av växter så som frukt, frön, gräs, bär och rötter från olika växter. Animalier kan bestå av maskar, krabbor, olika artropoder, gnagare och emellanåt fisk. Vildsvin söker sig gärna till odlad mark där de äter till exempel majs, potatis, sockerrör och ris och andra grödor. Kosten varierar mycket beroende på tillgång och individer har rapporterats äta kadaver som predatorer nedlagt och lämnat efter sig (Schley & Roper, 2003). Om ostörda är vildsvin dagaktiva och söker föda i flock (ca 6-20 individer) tidigt på morgonen och sent på kvällen. Vid mycket störande aktivitet i området kan de ändra dygnsrytm och bli nattaktiva (Oliver & Leus, 2008).

Vildsvin växer långsammare än tamsvin och vuxna suggor väger mellan 45-74 kg (Fernandez-Llario & Mateos-Quesada, 1998). Galtar kan bli lite större och i sällsynta fall kan de väga över 100 kg (Pedone *et al.*, 1995).

Vildsvin rör sig på mycket stora områden och kan under en natt vandra upp till 15 km. På 2-3 månader kan gruppen ha rört sig över ett område som är upp till 1000 ha stort och under ett års tid kan området sträcka sig så stort som upp till 10 000 ha. Periodvis vandrar vildsvin för att flytta sig till nya områden. I Europa är vildsvinen relativt glest utspridda och överstiger sällan mer än 5 vildsvin/km². Vildsvin kan dock leva betydligt tätare vid gynnsamma förhållanden till exempel upp till 72 vildsvin/ km² i sockerrörplantagetäta områden i Pakistan (Oliver & Leus, 2008).

I nuläget finns inga naturliga fiender till vildsvinet utan antalet hålls nere med hjälp av jägare och mattillgång. En annan faktor som påverkar antalet är förstörelse av naturliga habitat även om vildsvinet är mycket anpassningsbart. På många ställen har organiserad jakt anordnats för att minska bestånden på grund av deras tendens att förstöra åkermark och grödor. Även smittsamma sjukdomar, som till exempel svinpest, har emellanåt drabbat bestånden (Oliver & Leus, 2008).

Datortomografi och osteokondrosis manifesta och dissecans

OCM och OCD har traditionellt sätt diagnostiserats kliniskt med hjälp av röntgen och i olika studier används ofta makroskopisk undersökning *post mortem*. I en studie jämfördes DT undersökning med makroskopisk undersökning och resultaten mellan metoderna överensstämde till 73-88 % vilket tyder på att DT är ett tillförlitligt verktyg vid OCM/OCD-gradering (Empel & Erling, 1986).

En studie (Etterlin, 2017) undersökte tamsvin och vildsvin *post mortem* på förekomst av OCM/OCD och såg att områden med nedsatt mineralisering (hypodensitet) och oregelbunden ledyta med till exempel sprickor och andra ojämnheter korrelerade mycket väl med de makroskopiska fynden klassade som OC. Vidare kunde även lesioner som ej upptäckts vid makroskopisk undersökning påvisas vilket tyder på att DT har fördelar över makroskopisk undersökning vid diagnostisering av OCM och OCD. I denna studie användes en fönsternivå på 300 HU och fönsterbredd på 1400 HU. En annan studie (Aamundstad, 2013) som undersökte levande djur använde sig av en liknande OC-definition. I den studien klassades nedsatt attenuering vid gränsen mellan ledyta och endokondralt ben som OC. Fönsternivån i denna studie var 400 HU och fönsterbredd 400 HU vilket resulterade i bilder med mycket hög kontrast och kan ha påverkat möjligheterna till att utvärdera detaljerade benstrukturer nära ledytan.

Ett dilemma när man undersöker levande djur är att OC både kan progrediera eller läka över tid. En studie fann att upprepade undersökningar krävdes för att undvika att djur, som senare skulle uppvisa avläkta OC-lesioner, skulle slås ut i onödan (Olstad *et al.*, 2014). Man fann även att få lesioner (2 %) uppstod efter dag 159 (av totalt 180 undersökta dagar) vilket gör att denna ålder skulle kunna användas för slutbedömning av djur. Denna studie använde sig av en OC-definition liknande tidigare studier dvs. nedsatt attenuering vid ossifikationsfronten. Man fann att 100 % av lesionerna vid undersökningens slut korrelerade med histologiska fynd som ses vid OC.

Det finns många fördelar med DT vid undersökning av OC. Den mest uppenbara är att man tillhandahåller 3-dimensionella bilder till skillnad från konventionell röntgen där bilden är 2-

dimensionell. I den 3-dimensionella bilden kan man därför särskilja vävnader som på en konventionell röntgen hade summerats och försvårat diagnostiken (Goldman, 2007). Detta är extra viktigt i komplexa leder som armbågs- och hasleder där det kan vara till stor hjälp att använda sig av olika plansnitt som enkelt kan fås fram i datorn (Gielen, 2014; Rovesti, 2002). DT kan uppnå 100 % prediktivt värde vid diagnostisering av OC (Olstad *et al.*, 2014), vilket gör DT till ett kraftfullt verktyg. Även andra intra- och periartikulära förändringar som osteofyter diagnostiseras lättare med hjälp av DT än konventionell röntgen (Randall, 1996).

Tekniken bakom datortomografiska bilder

Framställningen av röntgenstrålar i en DT-skanner bygger på samma princip som konventionell röntgen. För att producera röntgenstrålar finns det inne i röntgenröret en negativt laddad katod och en positivt laddad anod. I katoden leds ström genom en glödtråd kring vilken det bildas ett elektronmoln. När man applicerar en spänning mellan katod och anod dras elektronerna mot den positivt laddade anoden. När elektronerna träffar metallen (oftast volfram och rhenium) i anoden lösgörs energi varav en del i form av röntgenstrålar. Strålarna koncentreras till en mycket tunn skiva av patientens transversalplan. Patienten placeras på undersökningsbordet medan röntgenröret och motstående röntgendetektor cirkulerar runt patienten för att önskat område skall exponeras för röntgenstrålar från många olika vinklar. I moderna maskiner finns flertal detektorer som jobbar simultant för att snabba upp exponeringsprocessen. När strålarna passerat kroppen skapas en bild där bakomliggande principen är att olika vävnader har olika attenuering, alltså benägenhet att absorbera och sprida röntgenstrålar. En vävnads attenuering påverkas av tre faktorer: Atomnummer, densitet och elektroner/per gram. Detektorn kommer bestrålas olika beroende på vad för vävnadstyper som röntgenstrålarna passerat (Thrall *et al.*, 2013).

Bilderna läggs samman av en dator för att bilda mängder av skikt. Bilderna byggs upp av voxels vilket är en slags volymelement där djupet bestäms av skiktjockleken som ställs in i DT-skannern när man tar bilderna och därför inte behöver vara kubiska. Voxlarna visas sedan som 2-dimensionella pixlar på datorskärmen i form av olika grånyanser som representerar vävnadens attenuering. En rekonstruerad bild har en matris som brukar bestå av 512x512 voxlar. Matrisens storlek beror på det utvalda området av patienten "field of view" som operatören valt att visa i bilden. Om matrisen består av 512x512 voxlar och bilddimensionerna på det utvalda området är till exempel 256 mm skulle en voxel vara 0,5 mm hög och bred. Med ett bildbehandlingsprogram kan man studera önskat skikt eller slå samman skikten för att rekonstruera en 3-dimensionell bild (three-dimensional volumetric reconstruction). Utifrån den 3-dimensionella bilden kan man även rekonstruera nya "snitt" i önskat plan till exempel sagittalplan, transversalplan och dorsalplan med hjälp av en teknik som kallas "multiplanar rekonstruktion" (Goldman, 2007).

Vävnaders attenuering mäts i så kallade "Hounsfield units", som förkortas HU, där 0 är vattnets densitet och luft är -1000. Ben brukar ligga mellan 350-1800 HU där benet med högst attenuering är kortikalt ben (Patrick *et al.*, 2017). Ett problem som uppstår vid visualisering av bilder är att moderna DT-skanners består av 12 eller 16 bits vilket skulle bli 4096 eller 65536 nyanser av grått om alla skulle visas och datorskärmar idag brukar bara ha en kapacitet att visa 256 eller

1024 nyanser per pixel beroende på modell. En annan begränsande faktor är ögats kapacitet vilket kan skilja på upp till 900 nyanser av grått under idealiska förutsättningar och betydligt lägre under normala omständigheter. Om man skulle visa alla nyanser av grått skulle det därför inte gå att skilja alla olika slags vävnader åt (Kimpe & Tuyschaever, 2007).

För att hantera problemet använder man sig av en metod som kallas för fönster teknik (windowing) som går ut på att gråskalan ställs in på ett särskilt intervall och på en särskild nivå. Med fönsternivå (window level) bestäms vilket värde som ska ligga mitt i intervallet och med fönsterbredd (window width) bestäms hur stort HU-intervall som ska visas på vardera sida om fönsternivån. Ex: Vid fönsternivå 0 och fönsterbredd 200 skulle vävnader med HU-värden mellan -100 och +100 visas med gråskala medan lungvävnad skulle visas som helt svart då det ligger under intervallet och ben skulle bli helt vitt då det ligger över intervallet (Goldman, 2007).

MATERIAL OCH METOD

Materialet består av DT-bilder av insamlat *postmortem* material från ett avhandlingsarbete och publikation av Etterlin *et al.* (2016, 2017). Bilder av höger bakben från 42 tamsvin och 40 vildsvin inkluderades i studien. Tamsvinen var av blandrasen Hampshire galt + lantras/Yorkshire sugga och var uppfödda frigående med tillgång till 90 m² inomhusvistelse och 2500 m² bete med en diet bestående av ekologiskt grisfoder. Grisarna slaktades då de vägde 100-110 kg och var då 5,5-6,5 månader. Vildsvinen var frilevande och höger bakbenen inskickade av jägare under jaktsäsong och åldern var estimerad till 6-18 månader med hjälp av pälsfärg, kroppsvikt och tanduppsättning. Detta för att endast inkludera växande djur då dessa är relevanta att studera med avseende på OC-utveckling. Efter granskning av DT-bilderna uteslöts ett djur som uppvisade slutna tillväxtzoner i distala femur eller proximala tibia då detta tydde på en ålder över 18 månader. Till detta arbete erhöles därmed DT-bilder från 42 tamsvin och 39 vildsvin.

Lederna undersöktes med en 64-skikt DT-skanner, (Definition, Siemens Medical Systems, Erlangen, Tyskland). Lederna placerades med knäleden i utsträckt läge med den kaudala ytan mot bordet. Ett spiralprotokoll kördes från femurs distala metafys till proximala metatarsalområdet. Följande inställningar användes:

- Strömstyrka genom katoden 100 mA
- Spänning mellan anod och katod 120 kVp
- Rotationstid 1 s
- Fokusområde 0,7 mm
- Skiktjocklek 0,6 mm
- Pitchfaktor 0,8
- Matris 512x512 pixlar.

Bildbehandlingsprogrammet OsiriX (v 5.8.5. 64-bit, Pixmeo, Geneva, Switzerland) användes för att mäta olika längder och vinklar i detta arbete, med fönsternivå 300 HU och fönsterbredd 1400 HU, samt bilder producerade med hjälp av multiplanar rekonstruktion baserade på en skiktbredd på 0,6 mm.

Metodtest

För att verifiera ett utkast av metoden mättes först slumpmässigt (Research Randomizer.org) 5 vildsvin och 5 tamsvin enligt metoden tre gånger av författaren och en gång av handledaren Charles Ley för att jämföra metodens noggrannhet. Efter statistisk evaluering med hjälp av analysis of variance (ANOVA) one way test, Bland Altman diagram och two sample T-test beskrevs metoden tydligare för att försöka minska skillnader mellan användare. Femurkondylvinkelns avläsning ändrades på grund av för stora variationer från att mäta längs med mediala femurkondylens mediala yta i förhållande till femurs längdaxel till att utgå från tillväxtzonerna på femur och tibia som i den slutliga metoden beskriven nedan.

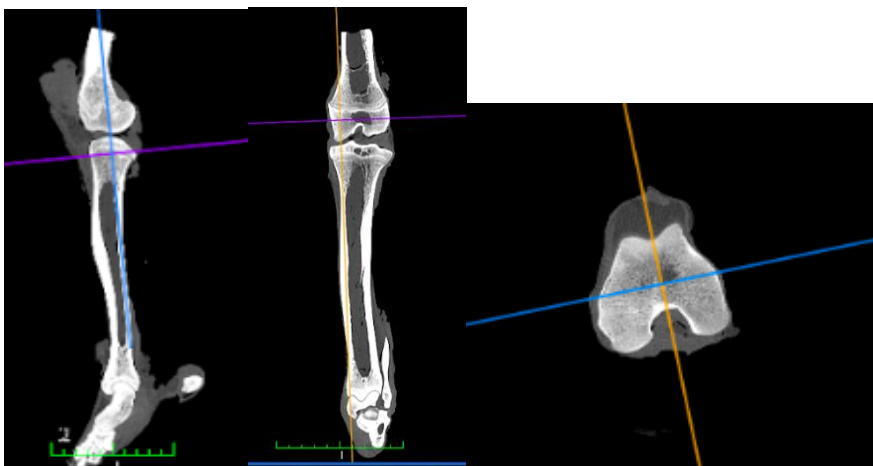
Mätning av ben och leder

När metoden var fastslagen mättes samtliga knäleder av författaren. Mätningarna gjordes en gång per led och utfördes i fallande nummerordning det vill säga började med vildsvinen och avslutade med tamsvinen. Mätningarna sammanställdes i ett Excel ark.

För att kompensera för att olika individer var olika stora justerades mätvärden som inte var kvoter eller vinklar genom att tibias längd (T4) dividerades med mätvärdet. Det justerade värdet användes sedan i de statistiska testen.

Standardposition tibia

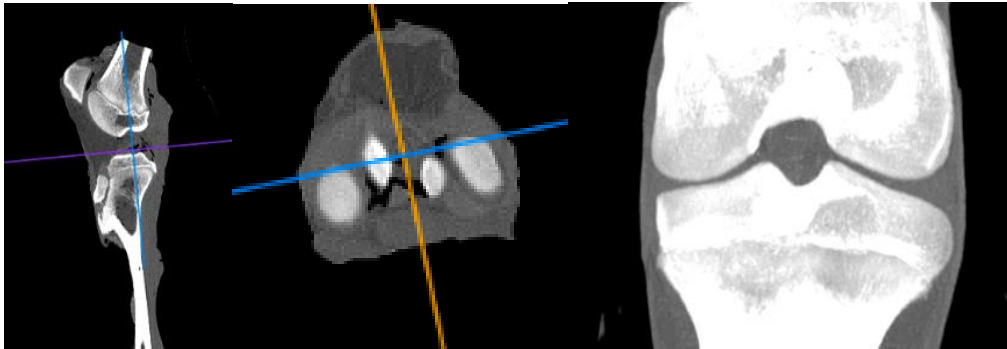
Mätning av femur respektive tibia genomfördes med en metod liknande en publicerad studie (Grøndalen, 1974) med modifiering för att passa materialet samt undersökning med DT. För att standardisera mätvärdena på tibia positionerades alla ben enligt samma metod. I sagitalvyn roteras proximal-distalaxeln så att den är parallell med tibias kaudala kortex. I dorsalvyn roteras proximal-distalaxeln så att den går parallellt med tibias laterala kortex exempel och i transversalvyn roteras kranial-kaudalaxeln så att den går parallellt med femurkondylernas kaudala axel (Fig. 3).



Figur 3. Datortomografiska bilder av vildsvinstibia i standardposition. Till vänster sagitalvy, i mitten dorsalvy och till höger transversalvy.

Centrering

För att ytterligare standardisera benens position centrerades bilderna enligt följande: I dorsalyvyn flyttas vertikalaxeln så att den skär mitt emellan tibias eminentia lateralis och medialis, i transversalyvyn centreras vertikallinjen mellan kondylerna och i sagitalvyn centreras vertikallinjen över tibias caudala kortex exempel och sen ökades bildbredden till 2 cm för att få med eminentia lateralis och medialis maximala höjd (Fig. 4). Tibias eminentia lateralis och medialis ligger mer kranialt på tibias ledyta hos tamsvin jämfört med hos vildsvin vilket denna metod tar hänsyn till.



Figur 4. Datortomografiska bilder av vildsvinstibia efter centrering. Till vänster sagitalvy, i mitten transversalvy och till höger dorsalvy med skiktbredd ökad till 2 cm.

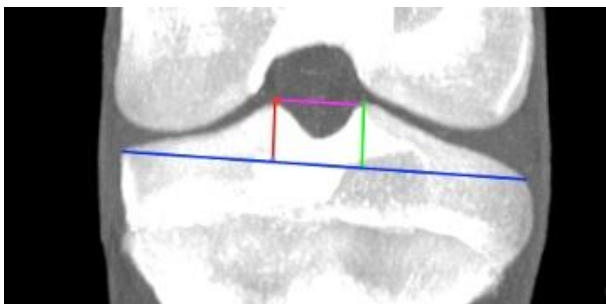
Mätning av tibia

Med benen i denna position gjordes följande mätningar och kvotberäkningar på tibia (Fig. 5):

Eminentia-kvot (T1): Kvoten mellan mediala och laterala eminentians höjd utgående från tibias transversalledplan, se nedan.

Eminentia-avstånd (T2): Avståndet mellan mediala och laterala eminentian mätt parallellt med tibias transversalledplan, se nedan.

Tibias transversalldytebredd (T3): Längden på en linje dragen mellan den mest mediala och distala del av tibias ledyta.



Figur 5. DT-bild av vildsvinstibia i dorsalvy. Kvoten T1 beräknades mellan mediala eminentias höjd (röd linje) och laterala eminentians höjd (grön linje). T2 är avståndet mellan eminentiornas maximala höjd (rosa linje). T3 representeras tibias transversalldytebredd (blå linje).

Tibias längd och vinkel

För att mäta tibias längd centrerades benet så att så mycket som möjligt av tibia kunde ses i en och samma bild, detta utan att ändra vinklarna från tibias standardposition. Snitt tjockleken ändrades till 1.25 mm och användes i resterande mätningar.

Tibialängd (T4): Tibias längd mättes mellan mediala eminentians mest proximala punkt och den mest distala delen av tibias cochlea (Fig. 6A).

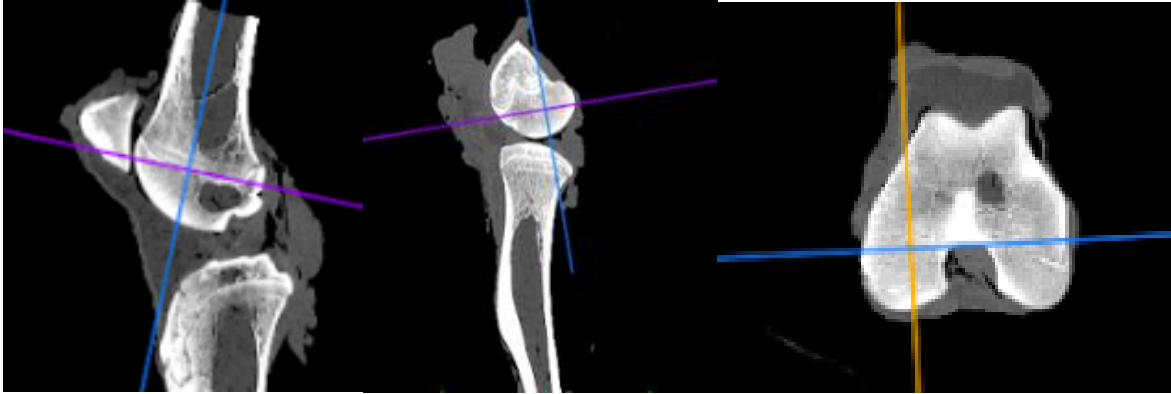
Tibias längsaxel-ledytevinkel (T5): En linje drogs mellan eminentia intrakondylaris djupaste del och chochleas mest distala del. En andra linje drogs mellan tibias laterala och mediala kanter av ledytan. Vinkeln på den distomediala sidan av tibias mättes där linjerna korsas (Fig. 6B).



Figur 6. DT-bilder av vildsvinstibia i dorsaly. Bild A: Tibias längd (T4, blå linje). Bild B: Tibias längsaxel-transversalledplanvinkel, (T5, grön linje).

Standardposition femur

För att ta hänsyn till att alla bilder togs med lederna i olika grad av flexion/extension standardiserades även femurs position. I sagittalvyn roteras proximal-distalaxeln så att den är parallell med femurs längsaxel där axlarna korsas centralt på tillväxtplattan, i dorsalyvyn roteras proximal-distalaxeln så att den går parallellt med femurs längdaxel där axlarna korsas centralt över tillväxtplattan. I transversalyvyn och sagittalvyn centreras sedan axlarna över mediala kondylen och roteras så att tillväxtzonen på femur och tibia syns i sin helhet på dorsalyvyn (Fig. 7, 8). För att kunna mäta fossa interkondylaris på samma sätt flyttades centreringen i transversalyvyn så att kärlet i fossan kom in i bild och sen ytterligare lite kranialt så att fossan fick en jämn utlinjering.



Figur 7. Datortomografiska bilder av vildsvinsfemur i standardposition. Till vänster sagittalvy där proximal-distalaxeln är parallell med femurs längsaxel, i mitten sagittalvy med centrering över kondylen och till höger transversalvy där fossa intercondylaris har en jämn utlinjering.

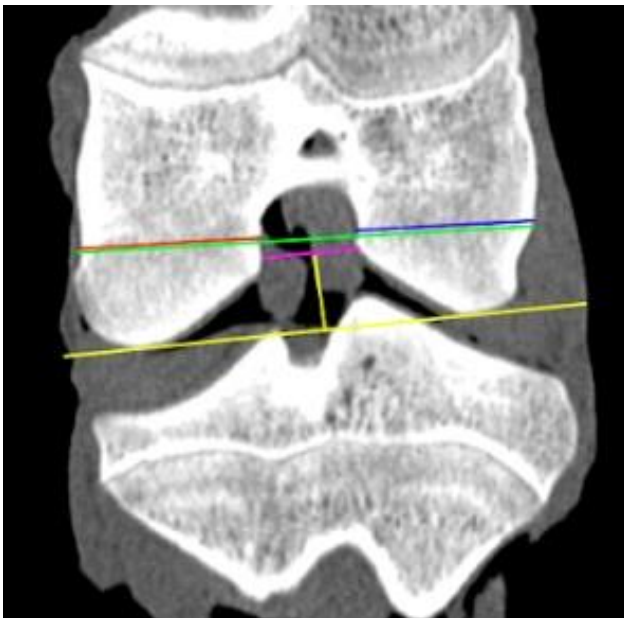
Mätning av femur

Följande mätningar och beräkningar gjordes på femur (Fig. 8):

Totala femurkondylbredden (F1): Totala bredden av femurs kondyler på dess bredaste ställe.

Femurkondylbreddskvoten (F2): kvoten mellan mediala och laterala kondylens bredd mätt i samma linje som F1.

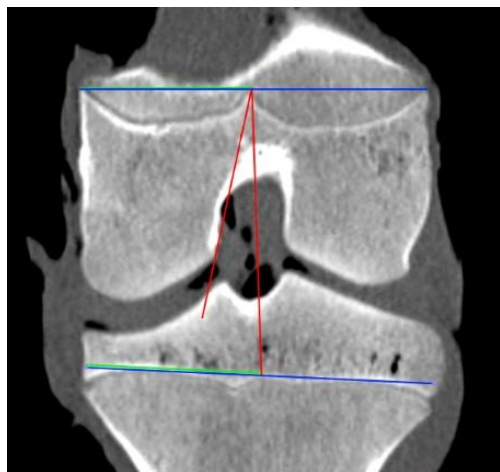
Interkondylarfossabredd (F3): Avståndet mellan mediala femoralkondylens laterala yta och laterala femoralkondylens medialyta centrerat mellan interkondylarfossans mest proximala del och kondylernas mest distala del inklusive brosk.



Figur 8. DT-bild av vildsvinsknäled i dorsalvy. Totala femurkondylbredden (F1, grön linje), femurkondylbreddskvoten (F2) beräknades genom att dividera mediala femurkondylbredden (röd linje) med laterala femurkondylbredden (blå linje), interkondylarfossabredden (F3, rosa linje) mättes på interkondylarfossans halva djup (gula linjer). Djupet utgick från en linje dragen mellan kondylernas mest distala delar (även brosk inräknat) och fossans mest proximala punkt.

Femurs längsaxel-kondylvinkel

Vinkeln (F4) mellan femurs längsaxel och mediala kondylens axialyta. För att hitta mitten på tillväxtplattorna mättes avståndet mellan tillväxtplattans ytterkanter sen drogs en linje mellan tibas proximala tillväxtplatta och femurs distala tillväxtplatta. Vinkeln mellan denna linje och mediala kondylens mest laterala del av ledytan mättes (Fig. 9).



Figur 9: DT-bild av vildsvinsknäled. Tillväxtplattans längd (blå linje) har flyttats så att den ligger proximalt om tillväxtplattan. Halva tillväxtplattans längd (grön linje). Femurkondylvinkeln (F4, röda linjer) bildas mellan tillväxtplattornas linjer och mediala kondylens mest laterala del av ledytan.

Osteokondrosgradering

Samtliga leder graderades en gång av författaren som före arbetet endast hade grundläggande kunskaper om OC genom sin veterinärmedicinska utbildning. Exempel på gradering jämfördes även vid ett tillfälle med handledaren för att säkerställa metoden. Varje led graderades efter att mätvärdena erhållits. Bildbehandlingsprogrammet OsiriX (v 5.8.5. 64-bit, Pixemo, Geneva, Switzerland) med fönsternivå 300 HU, fönsterbredd 1400 HU och skiktbredd 0,6 mm användes med standardpositionen för femur. Dorsalvyn användes för att bläddra igenom leden för att detektera OC. Endast OCM- och OCD-lesioner kunde graderas då OCL kräver histologisk undersökning. Leden graderades utifrån det plan som visade allvarligast lesion. Lederna graderades med hjälp av en modifierad metod (tabell 1) av en tidigare publicerad makroskopiska metod av Reiland *et al.* (1978) så att den kunde appliceras till DT.

Tabell 1. Kriterier för gradering av osteokondros på datortomografiska bilder

Gradering	Kriterier
0	Inga tecken på osteokondros
1	Antydning till nedsatt attenuering vid övergång mellan ossifikationsfront och ledbrosk
2	Tydligt nedsatt attenuering vid övergång mellan ossifikationsfront och ledbrosk
3	Större områden med tydligt nedsatt attenuering vid övergång mellan ossifikationsfront och ledbrosk
4	Lokalt ökad attenuering utanför ledytan som tyder på löst benfragment
5	Flertal områden med ökad attenuering utanför ledytan som tyder på flertalet lösa benfragment eller nedsatt attenuering som omfattar majoriteten av ledytan

Statistik

För statistiken till detta arbete användes statistikprogrammet Minitab 18.1 (Minitab Inc, Pennsylvania State University, USA). På värdena i metodtestet kördes sedan tre olika test. 1: Analysis of variance (ANOVA) one way test mellan medelvärdet av författarens tre olika mätningar. 2: Bland Altman diagram, detta kördes på författarens första och tredje mätning samt på medelvärdet av författarens tre mätningar och handledarens mätvärde. 3: Two sample T-test mellan medelvärdet av författarens värden och handledarens mätvärden.

För att kompensera för att olika individer var olika stora justerades mätvärden som inte var kvoter eller vinklar genom att tibias längd (T4) dividerades med mätvärdet. Det justerade värdet användes i de övriga statistiska testen.

För att kunna välja testmetod för att undersöka arbetets hypoteser krävs att materialet undersöks huruvida det är normalfördelat eller ej vilket gjordes med Anderson-Darlings normalitetstest. På mätvärden som var normalfördelade användes "two-sample t-test" för att undersöka om vildsvinsvärdena skiljde sig från tamsvinsvärdena och hos icke normalfördelade mätvärden användes "Mann-Whitney U test".

För att undersöka om OC-graderingen är korrelerad med ledkonformationen användes "ANOVA one-way test" på mätvärden som var normalfördelade och "Kruskal-Wallis test by ranks" på icke normalfördelade mätvärden. På grund av låga antalet tamsvin som graderades 0 och 1 slogs dessa grupper ihop. På grund av att tibias längd visade sig signifikant för OC-gradering valdes att köra totala femurkondylbredden (F1) även utan justering mot tibias längd (T4).

För alla statistiska test gäller att p-värden $<0,05$ anses signifikant.

RESULTAT

Exkludering

Ett vildsvin exkluderades på grund av patologisk process i femurs tillväxtplatta vilket ej var relaterat till OC.

Metodtest

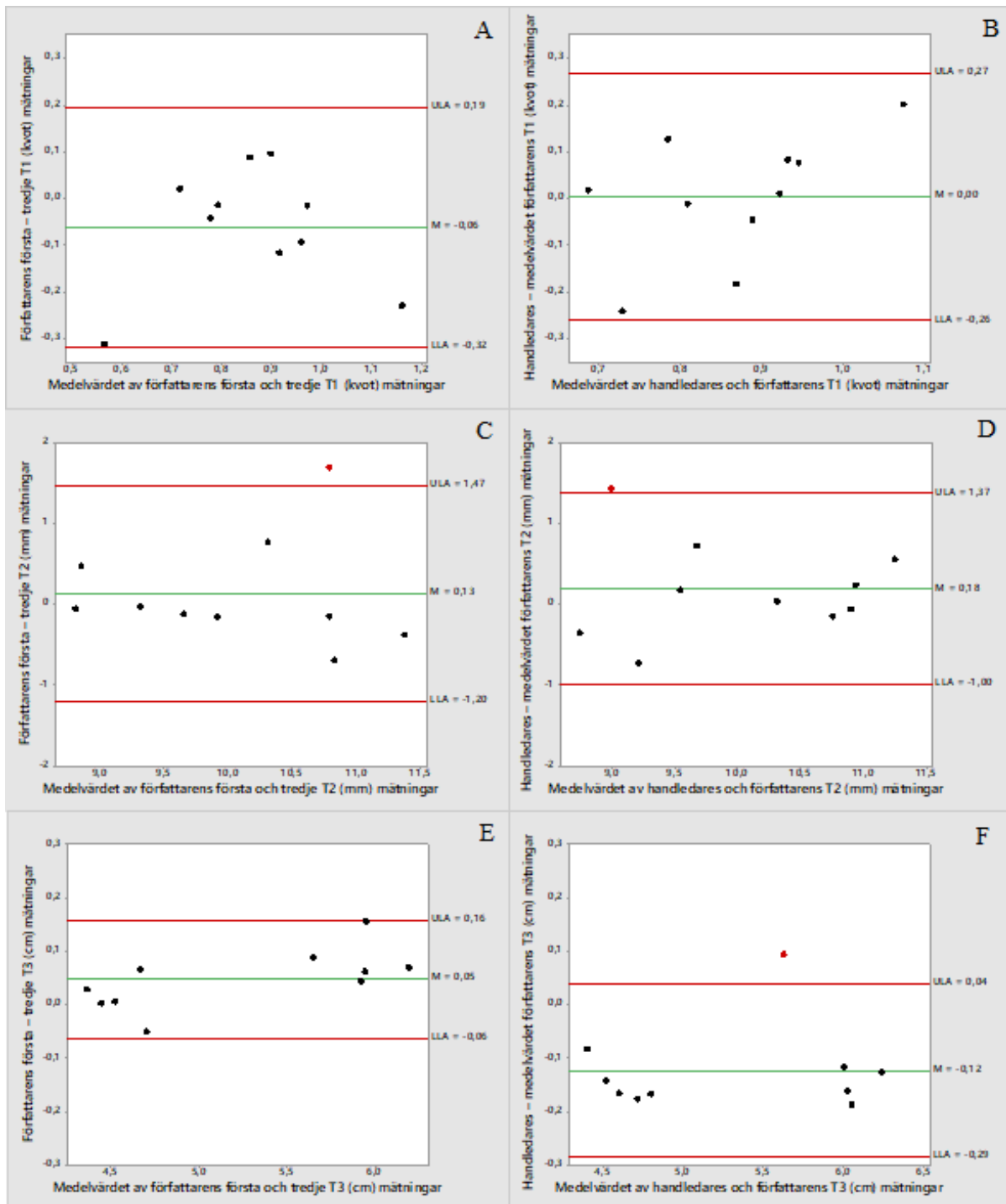
Inga av författarens medelvärden skiljde sig signifikant vid ANOVA-testet av metoden (p-värde 0,225-0,996) (tabell 2).

Tabell 2. ANOVA analys av variansen av medelvärdet av tre upprepade mätningar gjorda av författaren av samma tio leder (fem tamsvin och fem vildsvin)

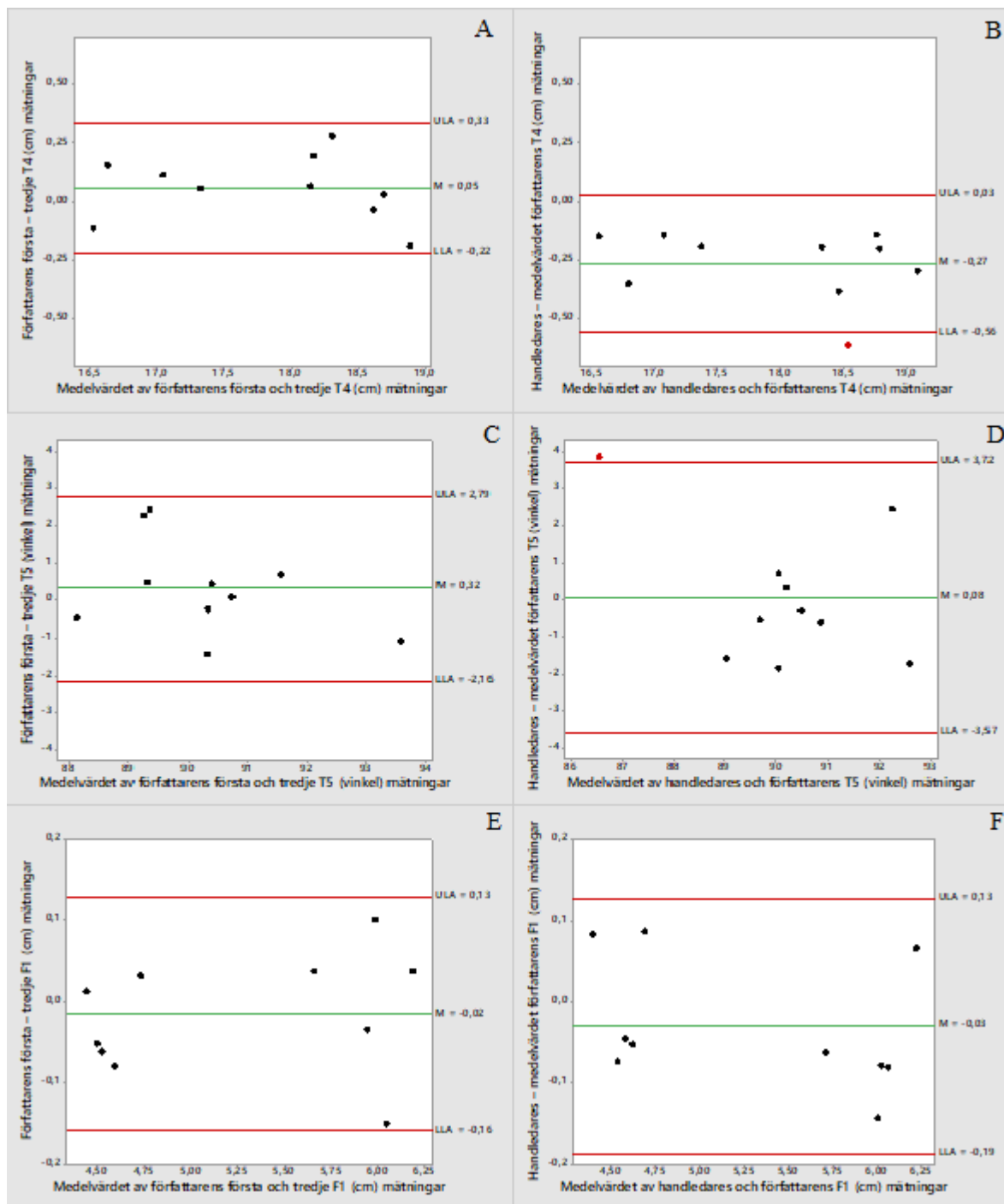
	T1 (kvot)	T2 (mm)	T3 (cm)	T4 (cm)	T5 (grader)	F1 (cm)	F2 (kvot)	F3 (mm)	F4 (grader)
Mätning 1 medel±SD	0.83±0.2	10.1±0.9	5.26±0.8	17.9±0.9	90.5±1.4	5.25±0.8	0.96±0.1	9.86±2.3	14.2±5.2
Mätning 2 medel±SD	0.88±0.2	10.2±1.2	5.24±0.8	17.9±1.0	90.1±1.8	5.28±0.8	1.0±0.0	10.2±2.5	14.0±5.8
Mätning 3 medel±SD	0.89±0.2	9.99±1.0	5.21±0.7	17.8±0.9	90.1±1.8	5.27±0.8	0.97±0.1	10.5±1.9	14.9±5.1
p-värde	0.711	0.865	0.990	0.987	0.857	0.996	0.225	0.819	0.937

SD = standardavvikelse, T1 = eminentia kvot, T2 = eminentia avstånd, T3 = tibialledytebredd T4 = tibias, längd T5 = tibias längsaxel-ledytevinkel, F1 = totala femurkondylbredden, F2 = femurkondylbreddskvoten, F3 = interkondylarfossabredden, F4 = femurs längsaxel-kondylvinkel.

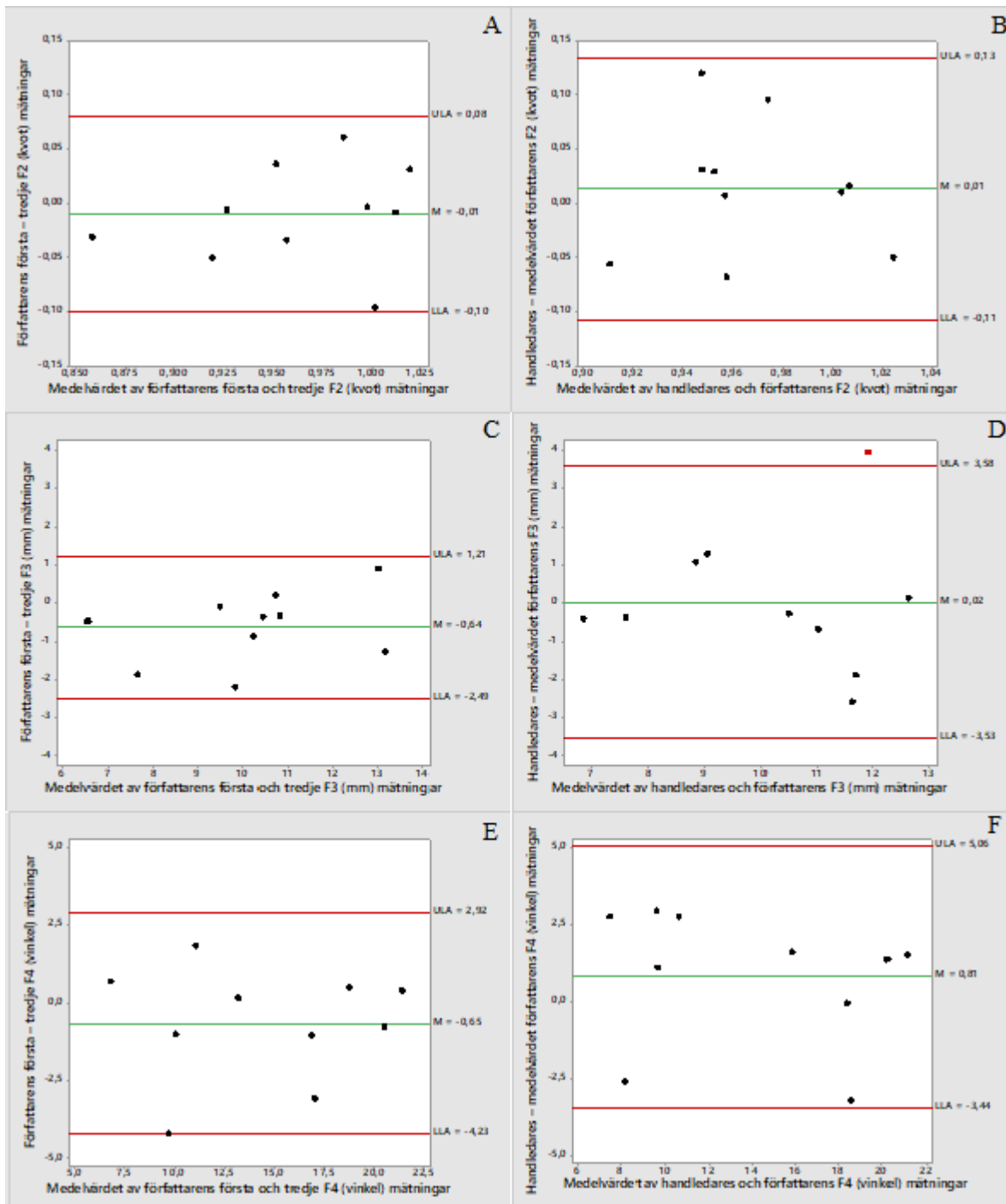
Vid Bland-Altman-testet sågs olika stora skillnader på individuella mätvärden (Fig. 10 A-S). Generellt var författarens olika värden lika varandra medan en större skillnad kunde ses då de jämfördes med handledarens. Stora skillnader kunde till exempel ses vid mätning av vinklarna T5 och F4 (Fig. 11D, 12F) då de jämfördes mellan författare och handledare. Den låga intra-operatöra variansen tillsammans med den höga inter-operatöra variansen gjorde att det bedömdes som tillräckligt att författaren utförde alla mätningar på lederna en gång. Sammantaget kunde konfirmeras att metoden generellt fungerade väl med några undantag varvid vissa delar av metoden beskrevs mer exakt och i vissa fall ändrades innan alla leder mättes med den slutgiltiga metoden som beskrivs ovan. Vid two sample T-testet skiljde sig inga värden signifikant åt mellan författarens medelvärde och handledarens mätvärde (tabell 3).



Figur 10 A-F. Bland Altman diagram av eminentia kvot (T1) (A,B), eminentia avstånd (T2) (C,D) och tibialledytebredd (T3) (E,F). Diagram av författarens första och tredje mätning till vänster och mellan författarens och handledarens mätning till höger. ULA = övre gränsen för överensstämmelse, LLA = undre gränsen för överensstämmelse och M = medelvärde.



Figur 11 A-F. Bland Altman diagram av tibias längd (T4) (A,B), tibias längsaxel-ledytevinkel (T5) (c,d) och totala femurkondylbredden (F1) (E,F). Diagram av författarens första och tredje mätning till vänster och mellan författarens och handledarens mätning till höger. ULA = övre gränsen för överensstämmelse, LLA = undre gränsen för överensstämmelse och M = medelvärde.



Figur 12 A-F. Bland Altman diagram av femurkondylbredskvoten (F2) (A,B), interkondylar-fossabredden (F3) (C,D) och femurs längsaxel-kondylvinkel (F4) (E,F). Diagram av författarens första och tredje mätning till vänster och mellan författarens och handledares mätning till höger. ULA = övre gränsen för överensstämmelse, LLA = undre gränsen för överensstämmelse och M = medelvärde.

Tabell 3. *Two sample T-test mellan författarens medelvärden (Louise) och handledarens (Charles) mätvärden gjorda av samma tio leder (fem tamsvin och fem vildsvin)*

	T1 (kvot)	T2 (mm)	T3 (cm)	T4 (cm)	T5 (grader)	F1 (cm)	F2 (kvot)	F3 (mm)	F4 (grader)
Louise medelvärde medel±SD	0.86±0.2	10.1±1.0	5.24±0.8	17.8±0.9	90.2±1,6	5.27±0.8	0.97±0.1	10.2±2.2	14.4±5.3
Charles mätvärde medel±SD	0.86±0.1	9.94±1.0	5.36±0.7	18.1±1.0	90.1±2.2	5.30±0.8	0.96±0.1	10.2±2.2	13.5±5.7
p-värde	0.951	0.672	0.718	0.532	0.929	0.930	0.529	0.981	0.745

SD = standardavvikelse, T1 = eminentia kvot, T2 = eminentia avstånd, T3 = tibialledytebredd T4 = tibias längd T5 = tibias längsaxel-ledytevinkel, F1 = totala femurkondylbredden, F2 = femurkondylbreddskvoten, F3 = interkondylarfossabredden, F4 = femurs längsaxel-kondylvinkel.

OCM och OCD förekomst

Inget av vildsvinen uppvisade OC till skillnad från tamsvinen där 41 av 42 individer uppvisade OC vilket ger en frekvens på 97,6 %. Inga individer hade så omfattande skador att de graderades 4 eller 5, (Tabell 4). OC-grad 2 var vanligast förekommande hos tamsvinen. För exempel på gradering se figur 13.



Figur 13. *OC-lesioner är inringade i rött. A: Exempel på individ som graderades 0 (vildsvin). B: Exempel på individ som graderades 1 (tamsvin). C: Exempel på individ som graderades 2 (tamsvin). D: Exempel på individ som graderades 3 (tamsvin). Inga djur graderades 4 eller 5.*

Tabell 4. Tabell över hur individerna graderades på förekomst av OC

OC-gradering	Vildsvin (n = 38)	Tamsvin (n = 42)
0	38	1
1	0	6
2	0	20
3	0	15
4	0	0
5	0	0

Normalfördelning

Materialet var till största del normalfördelat med undantag av ett värde hos vildsvin: Tibias vinkel, samt två värden hos tamsvin: kvoten mellan mediala och laterala eminentia interkondylaris och tibias längd.

Samband mellan anatomi och OCM och OCD

Två värden visade samband med gradering av OC hos tamsvin. Tibias längd (T4) skiljde sig signifikant åt mellan OC-grupperna där OC-graderingen ökade med kortare tibia. Totala femurkondylbredden justerad mot tibias längd (T4/F1) skiljde sig även signifikant mellan OC-grupperna där OC-graderingen ökade då justerade breddvärdet minskade, dock kunde ingen skillnad i faktiskt kondylbredd (F1) ses (se tabell 5). I övrigt kunde inga signifikanta skillnader ses. Värt att nämna är medelvärdet för kondylvinkeln (F4) var till synes mindre hos grupp 3 (8,5 grader) jämfört med grupp 0/1 och 2 (10,7 respektive 10,2 grader) men ändå inte signifikant skilda enligt testet. Mätningarna av det sistnämnda värdet varierade mycket.

Tabell 5. ANOVA one-way test respektive Kruskal-Wallis test by ranks där OC-gradering (0/1,2,3) jämfördes mot olika mätvärden

Mätvärde	Test	Medel 0/1 ±SD	Median 0/1 (IQR)	Medel 2 ±SD	Median 2 (IQR)	Medel 3 ± SD	Median 3 (IQR)	p-värde
T1 Eminentia kvot (med/lat)	KW	0.78±0.0	0.80 (0.8-0.8)	0.76±0.1	0.8 (0.7-0.8)	0.80±0.1	0.8 (0.7-0.9)	0.259
T4/T2 Eminentia av- stånd (justerad)	ANOVA	1.70±0.1		1.62±0.2		1.65±0.2		0.702
T4/T3 Tibias trans- versalledplan (juste- rad)	ANOVA	3.20±0.1		3.15±0.1		3.12±0.1		0.300
T4 Tibias längd (cm)	KW	19.1±0.5	19.1 (18.4-19.5)	18.3±0.8	18.4 (18.1-18.7)	18.3±0.5	18.4 (17.9-18.7)	0.023*
T5 Tibias vinkel (grader)	KW	93.1±2.0	92.5 (91.5-95.8)	91.9±2.7	91.3 (90.0-93.8)	91.8±2.6	91.6 (90.2-93.2)	0.429
T4/F1 Totala kondyl- bredden (juste- rad)	ANOVA	3.14±0.1		3.04±0.1		3.01±0.1		0.036*
F1 totala kondyl- bredden (cm)	ANOVA	6.07±0.1		6.00±0.3		6.07±0.2		0.630
F2 Kondylkvot (med/lat)	ANOVA	0.92±0.1		0.94±0.1		0.92±0.0		0.335
T4/F3 Fossa bredd (justerad)	ANOVA	1.98±0.4		1.87±0.4		2.05±0.2		0.232
F4 Kondylvinkel (grader)	ANOVA	10.7±1.5		10.2±2.9		8.54±2.3		0.094
Antal		7		20		15		

*Signifikant skillnad ($p < 0.05$), KW = Kruskal-Wallis test by ranks, ANOVA = analysis of variance one-way test, SD = standard deviation/standardavvikelse, IQR = interquartile range/kvartilavstånd (endast vid Kruskal-Wallis test)

Vildsvin vs tamsvin

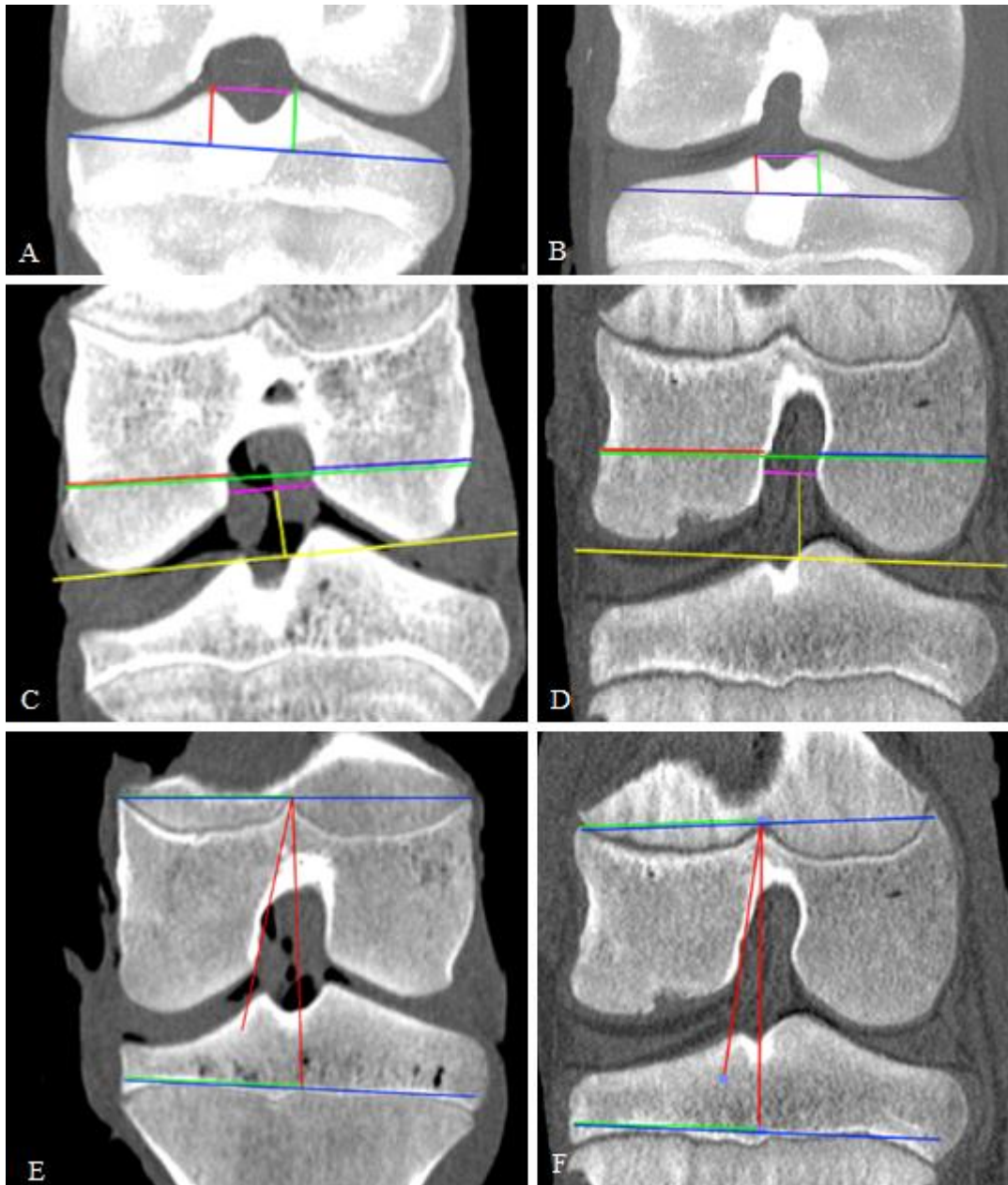
Alla mätvärden skiljde sig signifikant åt mellan vildsvin och tamsvin (Tabell 6). Kvoten mellan mediala och laterala eminentias höjd (T1) var närmast ett (en kvot på 1 betyder att mediala och laterala eminentian är lika höga) hos vildsvinen vilket betyder att tamsvinen har större höjdskillnad. Laterala eminentian var dock högre än mediala eminentian hos båda grupperna (Fig. 14 A-B). Vildsvin hade ett längre avstånd mellan laterala och mediala eminentian (T2) men en kortare ledyta hos tibia (T3) (Fig. 14 A-B). Generellt var tibia (T4) en cm längre hos tamsvinen än hos vildsvinen och hade en större vinkel (T5) mot tibias ledyta.

Tabell 6. *Two-sample T-test* respektive *Mann-Whitney U test* där tibias och femurs mätvärden jämfördes mellan vildsvin och tamsvin

Mätvärde	Test	Medel tamsvin±SD (n = 42)	Median (IQR)	Medel vildsvin±SD (Median (IQR)	p-värde
T1 Eminentia kvot (med/lat)	MW	0.78±0.1	0.8 (0.7-0.8)	0.90±0.1	0.9 (0.9-0.9)	<0.0005*
T4/T2 Eminentia avstånd (justerad)	T-test	1.64±0.2		1.82±0.2		<0.0005*
T4/T3 Tibias ledyta (justerad)	T-test	3.15±0.1		3.84±0.2		<0.0005*
T4 Tibias längd (cm)	MW	18.4±0.7	18.4 (18.2-18.8)	17.4±1.9	17.4 (15.7-18.6)	0.001*
T5 Tibias vinkel (grader)	MW	92.1±2.6	91.8 (90.5-93.5)	91.0±2.0	90.5 (89.5-92.5)	0.043*
T4/F1 Totala kondylbredden (justerad)	T-test	3.05±0.1		3.82±0.3		<0.0005*
F2 Kondylkvot (med/lat)	T-test	0.93±0.1		0.96±0.1		0.007*
T4/F3 Fossa bredd (justerad)	T-test	1.95±0.3		1.65±0.3		<0.0005*
F4 Kondylvinkel (grader)	T-test	9.70±2.6		16.7±2.4		<0.0005*
Antal		42		38		

*Signifikant skillnad, MW = Mann-Whitney U test, T-test = Two-Sample T-test, SD = standard deviation/standardavvikelse, IQR = interquartile range/kvartilavstånd

Justerad femurkondylbredden (T4/F1) och justerad tibias ledyta (T4/T3) var mindre hos tamsvinen (Fig. 14 C-D), det vill säga att femurkondylen och tibias ledyta var bredare i förhållande till tibias längd. Vid jämförelse av laterala och mediala kondylbredden (F2) visade vildsvinen lika breda kondyler, men hos tamsvinen var den laterala kondylen bredare än den mediala (Fig. 14 C-D). Justerad fossa interkondylarisbredd (T4/F3) var smalare hos vildsvinen jämfört med tamsvinen vilket betyder att fossan var relativt bredare hos vildsvin jämfört med tamsvin. Störst skillnad av alla mätvärden sågs i femurkondylvinkeln (F4) där vildsvin generellt uppvisade dubbelt så stor vinkel som tamsvin (Fig. 14 E-F).



Figur 14 A-F. Datortomografiska bilder av individer som anses karaktäristiska för sin art. Till vänster vildsvin och till höger tamsvin. Mätvärde eminentia kvot (T1), eminentia avstånd (T2) och tibialledytbredd (T3) (A-B), totala femurkondylbredden (F1), femurkondylbreddskvoten (F2) och interkondylarfossabredden (F3) (C-D) och femurs längsaxel-kondylvinkel (F4)(E-F).

DISKUSSION

Frekvensen av OCM och OCD hos tamsvin i denna studie var 97,6 % vilket överensstämmer med tidigare rapporter på 90 % (Jørgensson *et al.*, 1995). Resultatet visar ännu en gång hur vanlig sjukdomen är hos våra tamsvin. Om förebyggande åtgärder ska kunna utformas är det viktigt att sjukdomsutvecklingen utreds, och att de orsaker som ansvarar för uppkomst klargörs.

Arbetets syfte var att undersöka om det finns anatomiska faktorer som predisponerar för OC i knäleden. Resultatet visar ett samband mellan kortare tibialängd och allvarligare grad av OC-lesioner. Då längd inte borde kunna påverka ledfunktionen och sålunda inte ha en direkt påverkan på OC-förekomsten får man leta efter indirekta orsaker till detta samband. En förklaring skulle kunna vara att grisarna i denna studie slaktades vid en specifik vikt snarare än ålder och att de grisarna som hade kortare benlängd därför kan vara de individer som har störst andel mjukdelsvävnad (i.e fett och muskler) i förhållande till benlängd. Detta resultat skulle då kunna stödja teorin om snabb viktökning (Aasmundstad *et al.*, 2013; Arnbjerg, 2007) snarare än anatomisk konformation. En annan förklaring skulle kunna vara att anatomin inte påverkat OC-utvecklingen utan snarare att anatomin påverkats av OC-förekomsten. Då OC medför en rubbad utveckling av tillväxtbrosket är det inte svårt att tänka sig att benen skulle få minskad längdtillväxt. I detta arbete har endast epifysär OCM och OCD undersökts men många studier visar att OC ofta drabbar flera områden samtidigt vilket gör att de drabbade individerna med stor sannolikhet även har påverkade tillväxtzoner vilket skulle förklara rörbenens kortare längd (Gångare, 2009; Ytrehus *et al.*, 2007).

Ett annat mätvärde som visade samband mellan anatomi och OC var femurkondylernas bredd, när de var justerade mot tibias längd, där ökad bredd korrelerade med ökad allvarlighetsgrad OC. Då testet utfördes på mätningen ojusterad fanns ingen signifikans vilket tyder på att tibias längdskillnad påverkade kvoten så att en falsk signifikans kunde ses. Vid jämförelse mellan vildsvin och tamsvin var dock kvoterna ett värdefullt verktyg då det finns stora skillnader i kroppsstorlek mellan grupperna.

I en undersökning av Grøndalen (1974), kunde ett samband mellan OC och mediala femurkondylvinkeln i förhållande till längdaxeln påvisas, vilket förklarades av att ledanatomien orsakar ett lokalt ökat tryck på tillväxtbrosket som kan ge nekros av vävnaden. Resultatet i detta arbete visar en svag tendens till liknande samband men på grund av för stor variation i mätvärdena kunde ingen signifikans säkerställas. Detta kan bero på att metoden behöver modifieras för att kunna mäta medial femurkondylvinkeln mer korrekt. Kanske skulle den första metoden som användes i arbetet varit mer tillförlitlig då den följer femurs mediala kondyl närmare även om den inte är standardiserad mot tillväxtzonerna. Resultatet kan också tyda på att mediala femurkondylvinkeln inte har något samband med OC-gradering.

En av hypoteserna i arbetet var att den anatomiska utformningen av lederna mellan tamsvin och vildsvin skulle skilja sig. Resultatet i arbetet visar att så är fallet då alla mätvärden skilde sig åt mellan vildsvin och tamsvin. Störst skillnad sågs vid mediala femurkondylens vinkel där vinkeln vara nära dubbelt så stor hos vildsvin som hos tamsvin. Trots detta kunde ingen signifikans hittas mot OC-grad hos detta värde.

Ekologiskt uppfödda grisar av samma hybrid som konventionellt uppfödda grisar har betydligt högre förekomst av OC vilket tyder på att rörelse skulle ha en negativ inverkan på OC-förekomsten (Etterlin, 2016; Gångare, 2009). Vildsvin rör sig dock mångdubbelt mer (Oliver, 2008) än slaktsvin men drabbas ändå inte av OC. Detta kan tyda på att deras leder är anatomiskt konstruerade för en frekvent och hård belastning. Fler studier behövs göras för att ta reda på om det skulle kunna röra sig om anatomiska faktorer eller till exempel tillväxthastighet som är avgörande. Ett vuxet vildsvin väger mycket sällan mer än 100 kg, vilket är standardslaktvikt hos slaktsvin redan vid 5-6 månaders ålder. Vildsvinen mognar också betydligt senare och belastar därför inte tillväxtbrosket på samma sätt som slaktsvin (Fernandez-Llario & Mateos-Quesada, 1998; Pedone *et al.*, 1995).

Några svårigheter med att mäta DT-bilderna på ett standardiserat sätt uppstod under arbetets gång. Trots att benen var placerade likartat i DT-skannern var inte bilderna tagna med knäleden i standardiserad flexionsvinkel. Trots ytterligare standardisering med hjälp av datorns mjukvara kommer detta påverka resultatet. Fördelen med denna metod är att den går lika bra att använda på *post mortem* material som levande individer, vilket ger en möjlighet att följa OC-utvecklingen *in vivo*.

Innan metoden användes för att mäta alla leder gjordes ett metodtest för att undersöka hur stor variabiliteten var intra- och interoperatört. För att undersöka detta jämfördes författarens mätningar med handledarens i Bland-Altman diagram och då kunde vissa skillnader ses. Vissa värden som till exempel mediala femurkondylvinkeln och tibias ledytevinkel hade både höga intra- och interoperatöra variationer. De olika värdena var dock mer lika när man bara jämförde mellan författarens mätningar vilket tyder på att metoden är mer tillförlitlig då en person mäter alla individer, men att den varierar mer om flera personer ska använda metoden. Efter metodtestet förändrades metoden men på grund av arbetets begränsade omfattning kunde inte ett andra metodtest utföras vilket gör att vi inte kan uttala oss om metoden blev mer upprepningsbar mellan olika personer. Man kan dock anta att den blev åtminstone delvis mer reproducerbar då slutmetoden beskriver mer detaljerat vilket ger mindre risk för att olika personer tolkar den olika. Mätningen av mediala femurkondylvinkeln, som varierade mest av alla mätvärden vid metodtestet, förändrades så att linjerna utgick från tillväxtplattorna i stället för femurs längdaxel samt att linjen vid mediala femurkondylen tangerade ledytan i stället för att dras i ledytans ungefärliga vinkel. Med denna förändring blev förhoppningsvis mätningen mer standardiserad.

Även om 38 respektive 42 individer i varje grupp är ett stort antal i studiesammanhang blev OC-graderingen i detta arbete en begränsning. Att inga vildsvin hade OCM eller OCD och att endast ett tamsvin inte hade OCM eller OCD gör att grupperna inte kunde jämföras med tanke på riskfaktorer på ett tillfredställande vis. Önskvärt hade varit att ha så många individer med i studien att alla OC-graderingar är väl representerade och friska tamsvin kan jämföras mot friska vildsvin och sjuka tamsvin kan jämföras mot sjuka vildsvin. Detta kan dock vara en omöjlighet eftersom vildsvin inte uppvisar OC skador av gravare karaktär. De påvisade skillnaderna i ledens anatomi mellan vildsvin och tamsvin och avsaknad av OC hos vildsvin, kan indikera att ledens utformning är av betydelse för OC-förekomst. En annan begränsning är att individerna samlades in *post mortem*. OC-graderingen blir i detta fall en ögonblicksbild vilket gör att man inte kan följa sjukdomsförloppet. Man kan därför inte avgöra om djurens anatomi är orsaken

till OC eller om OC påverkar ledanatomin. Med metoden som användes i arbetet skulle man kunna följa levande individer en längre period och då få en bättre inblick i sjukdomsutvecklingen.

KONKLUSION

Sammanfattningsvis visade studien att knäledens utformning skiljer sig mellan tamsvin och vildsvin samt att antalet fall av OCM och OCD i knäleden är mycket högre hos tamsvin än hos vildsvin i den undersökta populationen. Resultatet tyder också på att ledens konformation hos tamsvin kan ha ett samband med OC-förekomst och allvarlighetsgrad, där tibias längd kan spela en viss roll. Fler studier behövs för att klarlägga om OC-lesioner påverkar bentillväxt och ledens konformation eller om dessa anatomiska faktorer är del av patogenesen av OC.

Om ledens konformation har en roll i sjukdomsutvecklingen skulle detta kunna implementeras i avelsprogrammet för att få en lägre frekvens av OC hos våra tamsvin.

POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING

Osteokondros (OC), en leddskada hos växande djur, är ett stort problem för slaktsvinsindustrin med en sjukdomsförekomst på 41,5–100 %. Sjukdomen är orsak till för tidig utslagning av avelsdjur och hälta hos slaktsvinen. Ekologiskt uppfödda slaktsvin har rapporterats visa OC-lesioner av högre svårighetsgrad jämfört med konventionellt uppfödda. Många andra djurslag inklusive människa kan också drabbas av OC. Den exakta bakomliggande orsaken till OC och dess utveckling till en skadad led som ger smärta och hälta är inte klarlagd. Det är av stor vikt att bakomliggande faktorer kartläggs för att man ska kunna jobba förebyggande och undvika både uppkomst och utveckling mot gravare skador i leden.

Syftet med det presenterade arbetet är att modifiera befintliga datortomografiska (DT) metoder för att diagnostisera OC i det levande djuret och jämföra knäledens anatomi hos vildsvin och tamsvin för att se om det finns samband med OC-allvarlighetsgrad och ledens utformning.

Tre hypoteser fanns före arbetet:

1. OC-förekomst och allvarlighetsgrad är korrelerad med knäledens utformning
2. Knäledens utformning skiljer sig mellan tamsvin och vildsvin
3. Antal fall av OC i knäleden hos tamsvin är högre än hos vildsvin och OC-skadorna är allvarligare hos tamsvin

Första steget av OC kännetecknas av fokal nekros i tillväxtbrosket till följd av kärlskada. Detta steg kan endast undersökas mikroskopiskt. Nästa steg i utvecklingen kännetecknas av en fokalt upphörd bentillväxt vilket kan undersökas med hjälp av till exempel röntgen, där en liten ben-defekt ses. Ibland kan sjukdomsutvecklingen gå så långt att broskbitar lossnar från ledbrosket vilket kan ses med blotta ögat vid dissektion av leden. Det är inte klarlagt varför kärlen i tillväxtbrosket skadas, men ett fokalt ökat eller upprepat tryck har diskuterats. Detta var bakgrunden till varför den genomförda studien gjordes. Ofördelaktig ledanatomi skulle kunna ge en ökad belastning fokalt på vissa ledytor och detta tryck skulle kanske kunna orsaka en kärlskada med påföljande brosknekros.

Tamsvin domesticerades för cirka 9000 år sedan och sedan dess har dess uppfödningförhållanden förändrats mycket. Idag föds slaktsvin upp i stora besättningar där många djur trängs på liten yta vilket minskar rörelsemöjligheten. I en KRAV-certifierad uppfödning har dock grisarna möjlighet till utomhusvistelse. Vildsvin som är tamsvinets vilda förfäder kan vandra upp till 15 km en natt och deras bentillväxt är långsammare och de slutar växa senare än tamsvinet. Vildsvinet har mycket låg förekomst av OC, och då endast lindriga skador.

I detta arbete används en DT-skanner, också kallad skiktröntgen för att undersöka knäleder hos vildsvin och tamsvin. DT bygger på att patienten exponeras för röntgenstrålar från många olika håll för att erhålla en 3-dimensionell bild till skillnad från konventionell röntgen där alla vävnader summeras i en 2-dimensionell bild. I ett bildbehandlingsprogram kan man sedan undersöka leden på önskad plannivå så kallad multiplanar rekonstruktion.

Materialet i arbetet består av DT-bilder av höger knäled från 42 tamsvin och 39 vildsvin. Tamsvinen hade fötts upp under KRAV-liknande förhållanden och vägde 100-110 kg och var då cirka 5,5-6,5 månader vid slakt. Bakbenen från

vildsvinen var inskickade från jägare och djuren bedömdes vara 6-18 månader gamla.

För att undersöka om mätmetoden var tillförlitlig mättes fem slumpvis valda vildsvin respektive tamsvin av handledaren en gång och författaren tre gånger. Statistiska test visade att metoden generellt var upprepningsbar då en person utförde mätningarna men skiljde sig mer då två personer använder den. Metoden förändrades sedan så att den beskrevs mer detaljerat och vissa riktpunkter förändrades för att bli mer upprepningsbara. Metoden bestod i att standardpositionera leden och sedan mäta olika anatomiska strukturer. Fem strukturer mättes på skenbenet och fyra strukturer på lårbenet. Samtliga knäleder OC-graderades i en fem-gradig skala där noll var frisk led och fem gavs till en led med grava förändringar i form av flertalet lösa benbitar. Statistiska test utfördes sedan på mätningarna för att finna samband mellan OC och ledens anatomi och mellan ledens anatomi hos tamsvin och vildsvin.

Vid OC-graderingen hade inga individer så allvarlig OC att de graderades fyra eller fem. Samtliga vildsvin graderades noll medan endast ett tamsvin graderades noll. Vanligast var graderna två och tre, som visade en tydlig defekt mellan brosk och ben av olika storlek. Alla mätvärden skiljde sig signifikant mellan tamsvin och vildsvin men endast ett värde visade samband med OC-allvarlighetsgrad. Det värdet var skenbenets totala längd där kortade skenben visade samband med allvarligare OC.

I detta arbete fanns inga möjligheter att diagnostisera om tamsvinens lesioner klassades som OCM eller OCD då små sprickor i brosket kan finnas hos de lägre graderna av OC utan att synas på DT-bilderna. Graderna 4 och 5 hade klassats som OCD men inga individer i studien hade så allvarliga grader av OC.

OC-frekvensen i arbetet, 97,6 % hos tamsvin och 0 % hos vildsvin, stämmer väl överens med tidigare forskning. Den höga frekvensen av OC hos tamsvin visar ännu en gång hur viktigt det är att sjukdomsutvecklingen utreds så att förebyggande åtgärder kan vidtas. Precis som arbetets hypotes skiljde sig alla mätvärden mellan vildsvin och tamsvin. Med detta i åtanke uppstår naturligt tanken på att vildsvin skulle ha en ledform som skyddar mot OC. Tre teorier skulle kunna finnas till sambandet mellan OC ledens utformning. Den första är att skenbenets längd påverkar OC-utveckling men den förefaller ganska osannolik då dessa inte borde påverka tryckfördelningen i leden. Den andre teorin är att de skillnader man ser är sekundära förändringar till sjukdomen. Man vet att OC påverkar bentillväxten vilket skulle förklara varför skenbenet är kortare hos drabbade individer. Ytterligare en teori är att tillväxthastigheten är det som påverkar OC-utveckling. Då grisarna slaktades vid en viss vikt snarare än en viss ålder kan man tänka sig att de grisarna som snabbast gick upp i vikt slaktades först och då inte hade färdigvuxna skenben.

En tidigare studie hade sett samband mellan just vinkeln i lårbenets nederdel och OC vilket inte bekräftats i denna studie eventuellt på grund av stora variationer i mätningarna. För att helt

utesluta att de uppmätta variationerna i ledens utformning beror på tillsekundära förändringar hade det varit av värde att studera djuren under uppväxten med flera DT-undersökningar, där utvecklingen av OC och ledens utformning kunde följas. Eftersom alla vildsvin var friska och saknade OC-förändringar kan inte heller sambandet mellan dessa leders utformning och OC undersökas.

Om ledens utformning har en roll i OC-utvecklingen skulle detta kunna användas i avelsprogrammet för gris för att få fram ett friskare skelett.

REFERENSLISTA

- Aasmundstad, T., Kongsro, J., Wetten, M. & Dolvik, N.I. (2013). Osteochondrosis in pigs diagnosed with computed tomography: Heritabilities and genetic correlations to weight gain in specific age intervals. *Animal*, 7(10) 1576-1582.
- Andersen, S. & Jørgensen, B. (2000). Genetic parameters for osteochondrosis in Danish Landrace and Yorkshire boars and correlations with leg weakness and production traits. *Animal Science*, 71 427-434.
- Arnbjerg, J. (2007) Effect of a low-growth rate on the frequency of osteochondrosis in Danish Landrace pigs. *Dummerstorf*, 50(1) 105-111.
- Berg, G. (2009) *Beror KRAV- grisars ledanmärkningar på miljöfaktorer?* Sveriges lantbruksuniversitet. Veterinärprogrammet (Examensarbete 2010:10).
- Brennan, J.J. & Aherne, F.X. (1986). Effect of dietary calcium and phosphorus levels on performance, bone bending moment and the severity of osteochondrosis and lameness in boars and gilts slaughtered at 100 or 130 kg body weight. *Canadian Journal of Animal Science*, 66(3) 711-790.
- Cameron, R.D.A. (2000) *A Review of the Industrialisation of Pig Production Worldwide with Particular Reference to the Asian Region. (Focus is on clarifying the animal and human health risks and reviewing the Area Wide Integration concept of specialised crop and livestock activities.)* Report, Brisbane Australia.
- Corin, A. (2016). *Intraartikulär mineralisering i knäleden hos katt.* Sveriges lantbruksuniversitet. Veterinärprogrammet (Examensarbete 2016:30).
- Empel, W. & Sehested, E. (1986). Qualitative, semiquantitative and quantitative diagnosis of osteochondrosis in pigs by computed tomography (CT). *Acta Agriculturae Scandinavica*, 36, 186–194.
- Etterlin, P.E. (2016). *Osteochondrosis in Pigs - A Study of the Effects of Free-range Housing in a Herd of Fattening Pigs.* Doctoral thesis No. 2016:50. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Etterlin, P.E., Ekman, S., Strand, R., Olstad, K. & Ley, C.J. (2017) Osteochondrosis, synovial fossae, and articular indentations in the talus and distal tibia of growing domestic pigs and wild boars. *Veterinary Pathology*, 54(3) 445-456.
- Fairbank, H.A.T. (1933). Osteo-chondritis dissecans. *British Journal of Surgery Society*, 21(81) 67-82.
- Fernandez-Llario, P. & Mateos-Quesada, P. (1998). Body size and reproductive parameters in the wild boar *Sus scrofa*. *Acta Theriologica*, 43 (4): 439-44.
- Gee, E., Davies, M., Firth, E., Jeffcott, L., Fennessy, P. & Mogg, T. (2007). Osteochondrosis and copper: histology of articular cartilage from foals out of copper supplemented and non-supplemented dams. *Veterinary Journal*, 173 111-119.
- Giuffra, E., Kijas, J.M., Amarger, V., Carlborg, O., Jeon, J.T. & Andersson, L. (2000). The origin of the domestic pig: independent domestication and subsequent introgression. *Genetics*, 154(4) 1785-1791.
- Goldman, L.W. (2007). Principles of CT and CT technology. *Journal of Nuclear Medicine Technology*, 35(3) 115-128.
- Grøndalen, T. (1974). Osteochondrosis and arthrosis in pigs VII relationship to joint shape and exterior conformation. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 15 3-32.
- Grøndalen, T. (1981). Osteochondrosis and arthrosis in Norwegian slaughter-pigs in 1980 compared to 1970. *Nordisk Veterinærmedicin*, 33(9-11) 417-422.
- Gångare, A. (2009). *KRAV-grisar har fler ledanmärkningar än konventionellt uppfödda grisar.* Sveriges lantbruksuniversitet. Veterinärprogrammet (Examensarbete 2009:41).
- Gielen, I. (2014). *Diagnostic imaging of osteochondrosis in the dog. Proceedings: World Small Animal Veterinary Association.* WSAVA 39th Congress, 335-337.

- Jordbruksverket (2018-07-05) *Ekologiska grisar*. <https://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoklimat/ekologiskproduktion/djurhallning/grisar.4.1cb85c4511eca55276c8000807.html> [2019-03-17]
- Jordbruksverket (2018-04-30) *Stallmiljö för grisar*. <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/djur/olikaslagsdjur/grisar/stallmiljo.4.7a446fa211f3c824a0e800039.html> [2019-03-17]
- Jørgenson, B., Arnbjerg, J. & Aaslyng, M. (1995). Pathological and radiological investigations on osteochondrosis in pigs, associated with leg weakness. *Journal of Veterinary Medicine*, 42 489-504
- Kimpe, T. & Tuytschaever, T. (2007). Increasing the number of gray shades in medical display systems – How much is enough? *Journal of Digital Imaging*, 20(4) 422-432.
- KRAV (redigeringsdatum saknas) *KRAV regler 2018*. http://www.krav.se/kravdrupal/sites/default/files/kravs_regler_2018.pdf [2019-03-17]
- König, F. (2013). The classic: On loose bodies in the joint. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 471(4) 1107-1115.
- Nakano, T., Aherne, F.X. & Thompson, J.R. (1979). *Effects of Feed Restriction, Sex and Diethylstilbestrol on the Occurrence of Joint Lesions with some Histological and Biochemical Studies of the Articular Cartilage of Growing-Finishing Swine*. Diss: Edmonton: University of Alberta.
- Nakano, T., Brennan, J.J. & Aherne, F.X. (1983). Effect of dietary supplementation of vitamin c on pig performance and the incidence of osteochondrosis in elbow and stifle joints in young growing swine. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 63 421-428.
- Nakano, T., Brennan, J.J. & Aherne, F.X. (1987). Leg weakness and osteochondrosis in swine: a review. *Canadian Journal of Animal Science*, 67(4) 883-901, <https://doi.org/10.4141/cjas87-094>
- Nakano, T. & Aherne, F.X. (1988). Involvement of trauma in the pathogenesis of osteochondritis dissecans in swine. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 52(1) 154-155.
- Oliver, W. & Leus, K. (2008). *Sus Scrofa*, Wild Boar assessment. *The IUCN Red List of Threatened Species*. e.T41775A10559847. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T41775A10559847.en>
- Olstad, K., Kongsro, J., Grindflek, E. & Dolvik, N.I. (2014). Consequences of the natural course of articular osteochondrosis in pigs for the suitability of computed tomography as a screening tool. *BioMed Central*, 212.
- Olstad, K., Ekman, S. & Carlson, C.S. (2015). An update on the pathogenesis of osteochondrosis. *Veterinary Pathology*, 52(5) 785-802.
- Patrick, S., Birur, N.P., Gurushanth, K., Raghavan, A.S. & Gurudath, S. (2017). Comparison of gray values of cone-beam computed tomography with hounsfield units of multislice computed tomography: An in vitro study. *Indian Journal of Dental Research*, 28(1) 66-70.
- Pedone, P., Mattioli, S. & Mattioli, L. (1995). Body size and growth patterns in wild boars of Tuscany, Central Italy. *IBEX Journal of Mountain Ecology*, 3 66-68.
- Randall, B.F., Hathcock, J.T. & Montgomery, R.D. (1996) Radiographic and computed tomographic evaluation of the canine intercondylar fossa in normal stifles and after notchplasty in stable and unstable stifle *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 37(4) 266-274.
- Reiland, S., Ordell, N., Lundeheim, N., & Olsson, S.E (1978) Heredity of osteochondrosis, body constitution and leg weakness in the pig. a correlative investigation using progeny testing. *Acta Radiologica*, 123-137.
- Rovesti, G.L., Biasibetti, M., Schumaner, A. & Fabiani, M. (2002). The use of the computed tomography in the diagnostic protocol of the elbow in the dog: 24 joints. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 15(1) 35-43.
- Schley, L. & Roper, T.J. (2003). Diet of wild boar *Sus scrofa* in Western Europe, with particular reference to consumption of agricultural crops. *Mammal Review*, 33 (1) 43-56.

- Schoenmakers, I., Hazewinkel, H.A.W., Voorhout, G., Carlson, C.S. & Richardson, D. (2000). Effect of diets with different calcium and phosphorus contents on the skeletal development and blood chemistry of growing Great Danes. *Veterinary Record*, 147 652–660.
- Schwarze, R.A., Tano, C.A. & Carroll, V.W. (2015). Glenoid dysplasia and osteochondritis in a cat. *Canadian Veterinary Journal*, 56(7) 749-752.
- Stavarakakis, S., Guy, J.H., Warlow, O.M.E., Johnson, G.R. & Edwards, S.A. (2014). Walking kinematics of growing pigs associated with differences in musculoskeletal conformation, subjective gait score and osteochondrosis. *Livestock Science*, 165 104-113.
- Svenskt kött (redigeringsdatum saknas). *Svensk grisuppfödning*. <https://www.svensktkott.se/om-kott/kott-och-miljo/uppfodning/gris/> [2019-03-17]
- Thrall, D.E. (2018) *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiography*. 7th edition. St Louis: Saunders 9-15.
- Toth, F., Torrison, J.L., Harper, L., Bussieres, D., Wilson, M.E., Crenshaw, T.D & Carlson, C.S. (2016). Osteochondrosis prevalence and severity at 12 and 24 weeks of age in commercial pigs with and without organic-complexed trace mineral supplementation. *Journal of Animal Science*, 94(9) 3817-3825.
- Tryfonidou, M.A., Holl, M.S., Stevenhagen, J.J., Buurman, C.J., Deluca H.F., Oosterlaken-Dijksterhuis, M.A., van den Brom, W.E., van Leeuwen J.P.T.M. & Hazewinkel, H.A.W. (2003). Dietary 135-fold cholecalciferol supplementation severely disturbs the endochondral ossification in growing dogs. *Domestic Animal Endocrinology*, 24 265-285.
- Van Grevenhof, E.M., Ott, S., Hazeleger, W., van Weeren, P.R., Bijma, P. & Kemp, B. (2011). The effects of housing system and feeding level on the joint-specific prevalence of osteochondrosis in fattening pigs. *Livestock Science*, 135 53-61.
- Van der Wal, P.G., Goedegebuur, S.A., Häni, H.J. & van Essen, G. (1980). Osteochondrosis in six breeds of slaughter pigs. *Veterinary Quarterly*, 2(1) 42-47.
- Woodland, J.C., Becker, H.N. & Poulos, P.W. Jr. (1987). Effect of diet on longitudinal bone growth and osteochondrosis in swine. *Veterinary Pathology*, 24(2) 109-117
- Yazdi, M.H., Lundeheim, N., Rydhmer, L. & Ringmar-Cederberg, E. (2000). Survival of Swedish Landrace and Yorkshire sows in relation to osteochondrosis: a genetic study. *Animal Science*, 71(1) 1-9.
- Ytrehus, B., Carlson, S. & Ekman, S. (2007). Etiology and pathogenesis of osteochondrosis. *Veterinary Pathology*, 44 429-448.