

**ULTRASONOGRAFISK VISUALISERING AF
LIGAMENTUM CRUCIATUM CRANIALE HOS
HUND**

ET IN VITRO STUDIE

FAGDYRLÆGEHOVEDOPGAVE MARTS 2007-03-15

KENNETH SANDHOLDT

DYRLÆGERNE HIMERLAND

DYREKLINIKKEN SVENSTRUP

INDHOLDSFORTEGNELSE

Sammendrag	1
Indledning	1
Anatomisk oversigt	4
Ultrasonografisk undersøgelsesmetodik	6
Materialer og metoder	8
Resultater	9
Diskussion	12
Litteraturliste	13

SAMMENDRAG

Ruptur af ligamentum cruciatum craniale har i flere undersøgelser været angivet som den hyppigste årsag til sygdom i knæleddet hos hund. Systematisk ultrasonografisk undersøgelse af knæled anvendes endnu ikke rutinemæssigt hos hund. Formålet med dette studium var at undersøge om intraartikulær injektion af isoton NaCl kunne virke som ultrasonografisk kontrastmiddel og forbedre visualiseringen af det forreste korsbånd hos hunde af store racer (24 kg - 38 kg). Der blev påvist en signifikant større succesrate med hensyn til at påvise ligamentum cruciatum craniale efter intraartikulær injektion i forhold til en nativscanning. Yderligere studier er påkrævet for at afgøre om teknikken er klinisk anvendelig.

INDLEDNING

Anvendelse af ultralydsscanning, som billedskabende teknik hos mindre husdyr, bliver i stigende grad rutinemæssigt benyttet i moderne smådyrspraksis. Generelle normalanatomiske beskrivelser af orthopædisk ultralydsscanning af hunde blev publiceret i begyndelsen af 1990'erne (1). De første artikler om ultralydsscanning af knæled hos hund blev publiceret i 1995 (2, 3). Ultralydsscanning af knæled bruges rutinemæssigt humant til diagnosticering af forskellige orthopædiske tilstande.

Meget af systematikken herfra er adopteret i de foreslåede procedurer hos hunden (1, 2, 3, 4)

Partiel eller fuldstændig ruptur af ligamentum cruciatum craniale (CCL) er den hyppigste årsag til sygdom i knæleddet hos hund (5). Ruptur af CCL kan, som hos mennesker, opstå som følge af et primært, som regel voldsomt, traume af knæleddet. Hos hund ses også en langsom degeneration af CCL og evt. en partiel ruptur sekundært til en primær knæledsosteoartrose. Dette fører til yderligere osteoartrose og fuldstændig ruptur ved mindre knæledstraumer (6, 7). Nedsat funktion af CCL fører til instabilitet af knæleddet med risiko for traumer på menisker og udvikling af degenerative ledforandringer. Disse forandringer kan opstå i løbet af 3 uger. En hurtig diagnose og behandling stiller derfor en bedre prognose (8, 9, 10).

Diagnosen stilles sædvanligvis ud fra en anamnese om akut opstået bagbenshalthed og påvisning af cranio-caudal instabilitet af tibia i forhold til femur, den såkaldte skuffebevægelse (9).

Skuffebevægelsen kan reduceres ved smerte, hævelse fra akutte traumer, muskelspasme, periartikulær fibrose, kraftig bagbensmuskulatur og partiel ruptur af CCL, og dermed give anledning til falsk negative undersøgelsesresultater (2, 11). En teknik, med direkte visualisering af CCL, vil derfor være et godt supplement til den diagnostiske udredning.

CCL er ikke umiddelbart en tydelig og entydig struktur ved ultralydsundersøgelse af knæleddet hos hund. Tre studier angiver altid at kunne påvise CCL (1, 2, 12), mens flere andre angiver kun lejlighedsvis at kunne påvise CCL (1, 3, 4, 6, 13, 15). Forskellige artefakter og interaktioner kan gøre det vanskeligt at visualisere CCL. Artefakterne opstår ved ultralydsbølgenes refleksion og afbøjning mod de hyperreflektoriske knogle- og bruskoverflader på femur og tibia. CCL ligger i en smal ledspalte, umiddelbart op ad femur og tibia og delvist dækket af lig. transversum genus. Det er derfor ikke altid muligt at få et godt vindue ind i leddet gennem lig. patellae og corpus adiposum infrapatellare (CAI) (3, 4, 6). Ved ultralydsscanning vinkelret på et ligament vil man normalt se en hyperekkogen fibrillær struktur (15). Fibrene i CCL danner en indadskrue ca. 90 grader i proximo-distal, latero-medial retning (se fig. 1). Det er ikke umiddelbart muligt, selv ved maksimal fleksion af knæleddet at opnå vinkelret ankopling på CCL. Derved reflekteres færre lydbølger fra ligamentet og det vil fremstå hypoekkoget. Tæt op ad CCL ligger CAI som en irregulær hyperekkogen struktur, der gør det vanskeligt at differentiere CCL (2, 3, 4, 6). Effusion i knæleddet nedsætter ifølge (3, 4, 14) oversigten axialt for CAI, mens andre (6, 13) angiver en øget kontrast omkring CCL.

Formålet med dette studie var, at undersøge om intraartikulær injektion af isoton NaCl kunne virke som ultrasonografisk kontrastmiddel omkring CCL og derved give bedre visualisering heraf.

Anatomisk oversigt

Knæleddet hos hund er et ægte kondylært synovialt led. Leddet består af en artikulation mellem femur og tibia via den mediale og laterale menisk. Ledkapslen og en række ledbånd og ligamenter regulerer bevægelsen af leddet, herunder lig. collaterale med. et lat., lig. patellae, CCL og de specifikke menisk ligamenter (fig. 1 og fig. 2).(16, 17)

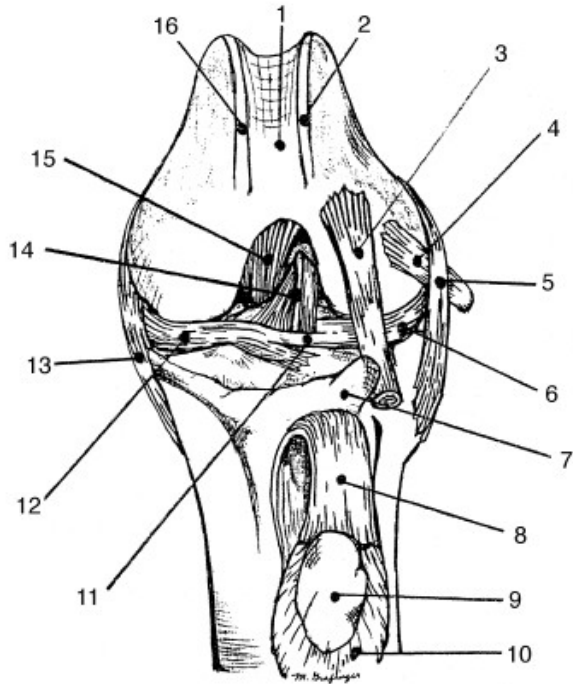


Fig. 1 Cranialt aspekt af venstre knæled. 1:

trochlea femoralis. 2. lateral kam af trochlea femoralis. 3. senen af musculus extensor digitalis longus. 4. senen af musculus popliteus. 5. ligamentum collaterale laterale. 6. meniscus lateralis. 7. tuberositas tibiae. 8. ligamentum patellae. 9. patella. 10. parapatellar fibrocartilage. 11. ligamentum transversum genus. 12. meniscus medialis. 13. ligamentum collaterale mediale. 14. ligamentum cruciatum craniale. 15. ligamentum cruciatum caudale. 16. medial kam af trochlea femoralis. (modificeret efter 16)

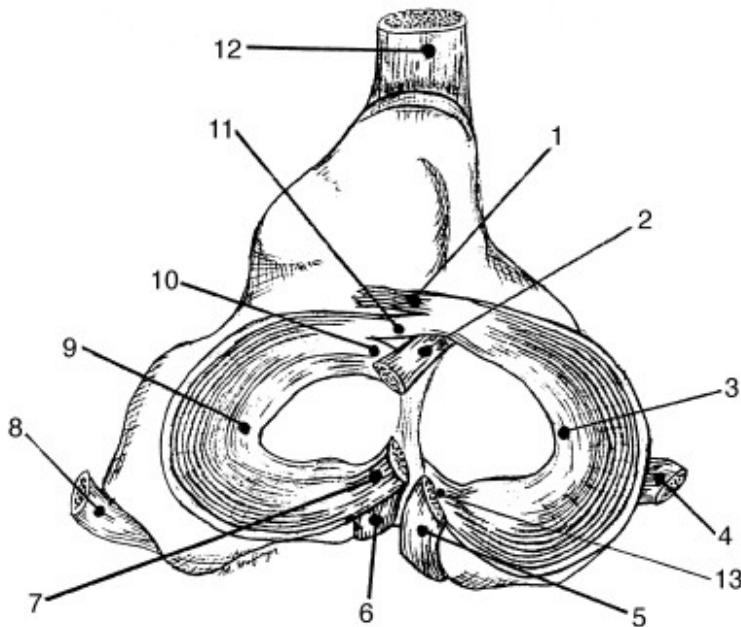


Fig. 2 Proximal aspekt af venstre tibia. 1. craniale meniscotibiale ligament fra den mediale meniscus. 2. ligamentum cruciatum craniale. 3. meniscus medialis. 4. ligamentum collaterale mediale. 5. ligamentum cruciatum caudale. 6. caudale meniscotibiale ligament fra den laterale meniscus. 7. ligamentum meniscofemorale. 8. ligamentum collaterale laterale. 9. meniscus lateralis. 10. craniale meniscotibiale ligament fra den laterale meniscus. 11. ligamentum ansversum genus. 12. ligamentum patellae. 13. caudale meniscotibiale ligament fra den mediale meniscus. (modificeret efter 16)

Ultrasonografisk undersøgelsesmetodik

Den systematiske ultralydsundersøgelse af knæleddet foregår med hunden i sideleje og operatøren caudalt for hunden. Det ben, der undersøges er abduceret mod operatøren, som herved kan manipulere knæleddet til den ønskede position. Det er normalt ikke nødvendigt med sedation.

Undersøgelsen følger en række standardtsnit (tabel 1). Billedorienteringen på skærmen er således, at proximalt er til venstre, distalt til højre, medialt til venstre og lateralt til højre (1).

Fig. 3 viser den omtrentlige placering af ultralydsproben for snit E 1.3.

Tabel 1. En oversigt over standardtsnit, modificeret efter (1, 15)

A. Suprapatellar view (knæled bøjet ca. 45 grader)

1. Sagittalsnit
2. Transversalsnit

B. Parallel view over Trochlea femoris (knæled bøjet ca. 45 grader)

C. Suprapatellar transversalsnit over Trochlea femoris (knæled maksimalt flekteret)

D. Dorsal view over femur kondyler (knæled maksimalt flekteret)

1. Sagittalsnit
2. Transversalsnit

E. Infrapatellar view

1. Sagittalsnit
 - 1.1 Sagittalsnit (knæled bøjet ca. 90 grader)
 - 1.2 Sagittalsnit (knæled strakt)
 - 1.3 Sagittalsnit (knæled bøjet ca. 90 grader og transducer drejet ca. 20 grader lateralt)
2. Transversalsnit (ved ca. 90 graders så vel som maksimal fleksion)

F. Snit over lateral fabella (knæled strakt)

1. Transversalsnit
2. Sagittalsnit

G. Longitudinalt view over det laterale ledområde (knæled bøjet ca. 45 grader)

1. Neutral position
2. Indad rotation
3. Udad rotation

H. Lateroproximal tibia (knæled strakt)

1. Sagittalsnit

2. Transversalsnit
- I. Caudale ledområde (knæled strakt)
 1. Sagittalsnit over Arteria poplitea uden kompression
 2. Sagittalsnit med kompression
 3. Transversalsnit
 - J. Snit over medial fabella (knæled strakt)
 1. Transversalsnit
 2. Sagittalsnit
 - K. Longitudinalt view over det mediale ledområde (knæled bøjet ca. 45 grader)
 1. Neutral position
 2. Indad rotation
 3. Udad rotation

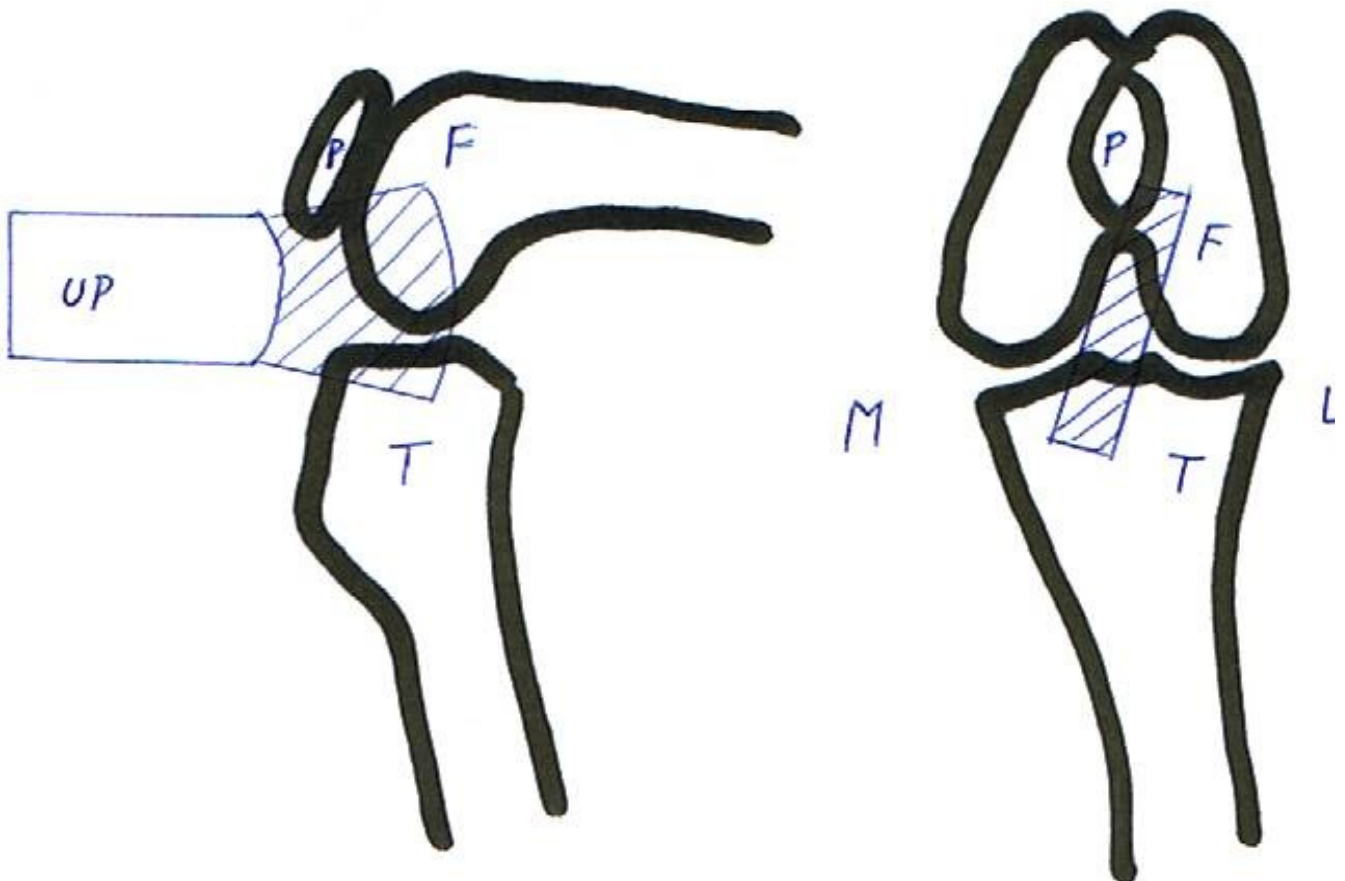


Fig. 3 viser den omtrentlige placering af ultralydsproben og strålegangen ved infrapatellar view E 1.3.
 F: femur. T: tibia. P: patella. UP: ultralydsprobe. M: medial. L: lateral.

Ved scanning af det suprapatellare område ses den distale del af m. quadriceps femoris og synovialhule proximalt for patella. I tværsnit ses sulcus femoris. Brusken på den mediale og laterale

kondyl kan visualiseres. Det infrapatellare ledområde strækker sig fra den distale del af patella til patella ligamentets insertion på tuberositas tibiae. Lig. patellae kan vurderes og CAI visualiseres. Af og til ses CCL's insertion på area intercondylaris centralis tibiae. Den mediale og laterale femur kondyl kan visualiseres ved maksimal flektion. Det mediale ledområde starter medially for patella ligamentet og strækker sig caudalt langs periferien af leddet om til den mediale fabella. I dette område kan den mediale menisk ses i tværsnit og man kan få et indtryk af ledkapsel og det mediale kollaterale ligament, dog uden at kunne differentiere disse klart fra hinanden. Samme forhold gælder for det laterale ledområde, der starter lateralt for patella ligamentet og strækker sig om til den laterale fabella. Senen fra m. extensor digiti longus og m. popliteus kan ses.

Ved scanning af det caudale område af knæleddet ses arteria og vena poplitea, de respektive muskelinsertioner og den caudale del af femur kondylerne. Af og til ses en del af lig. cruciatum caudale (1, 3, 4, 15)

MATERIALER OG METODER

10 aflivede hunde vejende mellem 24 kg og 38 kg indgik i undersøgelsen. Hundene var mellem 7 og 12 år og blev alle undersøgt indenfor 3 timer efter aflivning. Hundene blev aflivet efter ejers ønske og måtte for at indgå i studiet ikke have anamnese eller kliniske tegn på bagbens halthed. Der blev skiftevis scannet højre og venstre knæ, således at 5 hunde fik scannet højre knæ og 5 hunde venstre knæ. Før scanning blev pelsen klippet kranialt over knæleddet og der blev påført ultralydsgel*. Der blev anvendt en 8,0 MHz scanner med mikrokonveks probe \square .

Knæleddene blev hver scannet 3 gange. Første scanning blev udført som en konventionel nativ scanning med proben placeret i ca. 20 graders deviation fra sagittalplanet over Lig. patella med henblik på at visualisere CCL (position E 1.3). Herefter blev der injiceret 15ml isotonisk NaCl intraartikulært via en 21G kanyler placeret mellem patella og den laterale trochlea. Den intraartikulære placering blev verificeret ved aspiration af synovialvæske. CCL blev igen forsøgt visualiseret med samme probe placering som første scanning.

Før tredje scanning blev huden, patella ligamentet og CAI fjernet og knæet nedsænket i vandbad. CCL blev scannet og visualiseret direkte og den topografiske placering sammenholdt med første og anden scanning. Alle scanninger blev udført på fuldt flekteret knæled. Scanning blev registreret som positiv, når der blev påvist et velafgrænset hypoekkoget område mellem tibia og femur axially for CAI, der også retrospektivt korresponderede med vandbadsscanningen.

- *Bluescan Lina medical ApS, Kruuse a/s Marslev DK
- \square Pie Medical ESAOTE, Kruuse a/s Marslev DK

RESULTATER

Fig. 4-7 viser de typiske scanningsfund ved første, anden og tredje scanning.

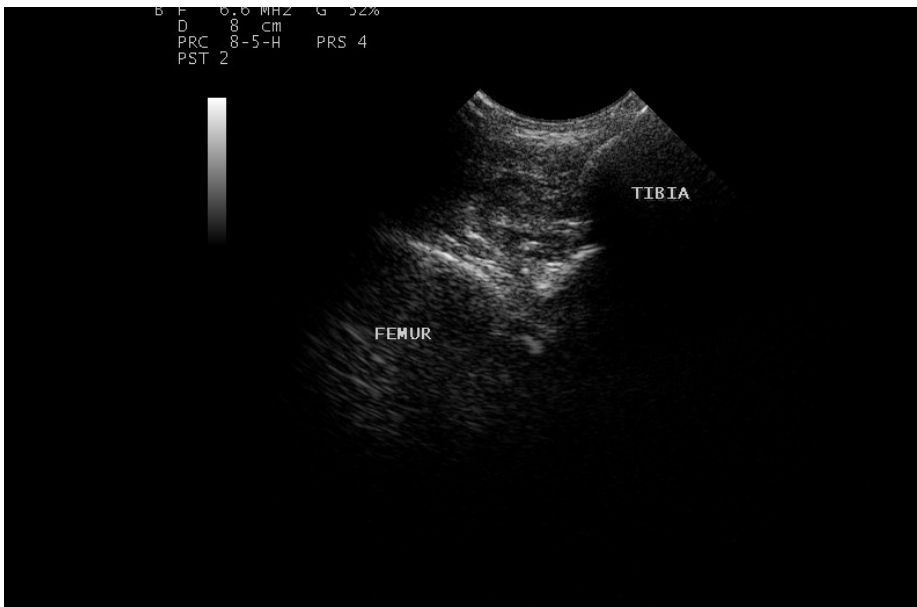


Fig. 4. Negativ nativ scanning.

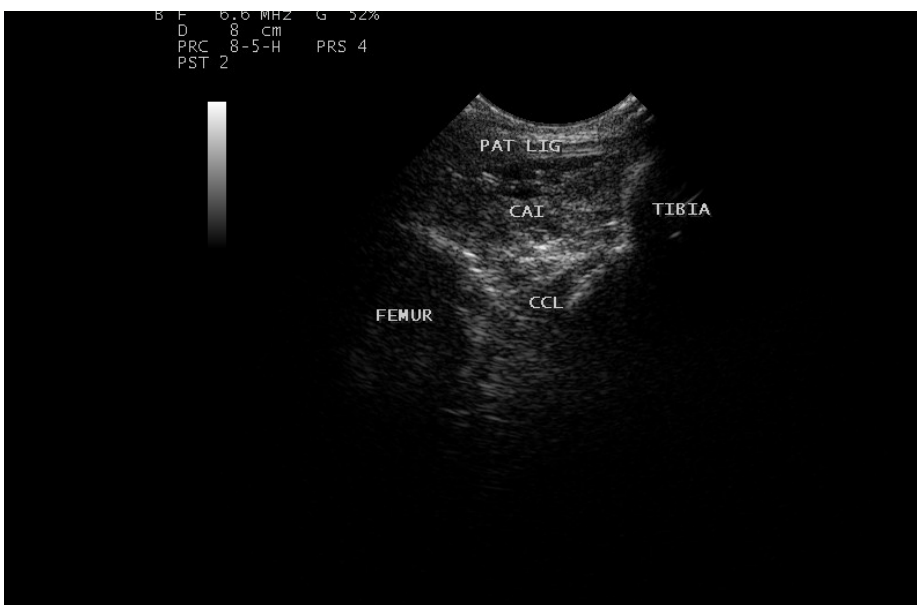


Fig. 5. Positiv nativ scanning. Pat

lig: Ligamentum patellae. CAI: Corpus adiposum infrapatellare. CCL: Ligamentum cruciatum craniale.



Fig. 6. Positiv scanning efter

injektion af isoton NaCl. Pat lig: Ligamentum patellae. CAI: Corpus adiposum infrapatellare. CCL: Ligamentum cruciatum craniale. V: væske.

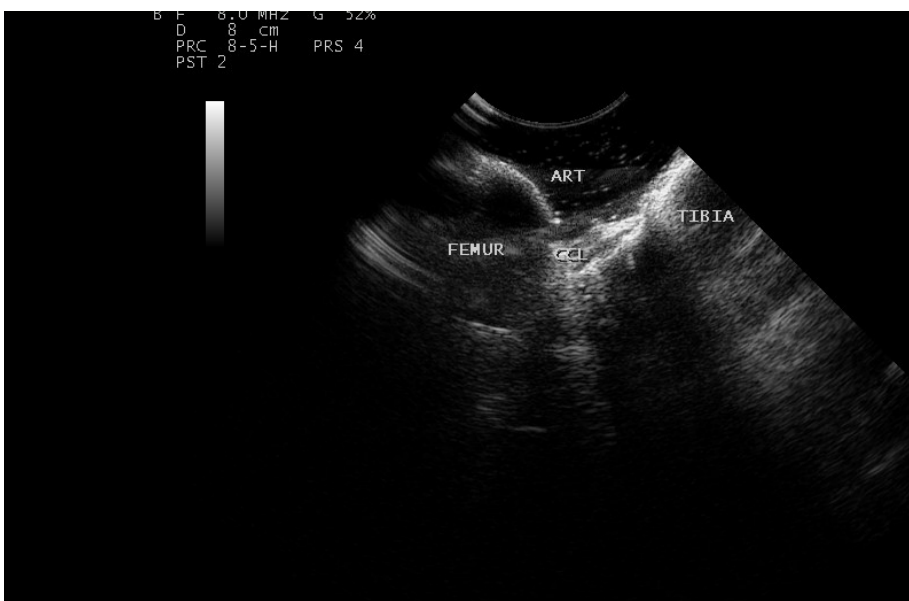


Fig. 7. Scanning i vandbad. Pat

lig: Ligamentum patellae. CAI: Corpus adiposum infrapatellare. CCL: Ligamentum cruciatum craniale. ART: artefakt.

Ved nativ scanning blev CCL påvist i 3 ud af 10 knæled. Efter intraartikulær injektion af isoton NaCl blev CCL påvist i 9 af de 10 knæled. CCL blev påvist i alle 10 af de direkte scanninger i vandbad (tabel 2).

Tabel 2. Scanningsfund før og efter intraartikulær injektion af isoton NaCl og i vandbad.

Hund nr.:	1. scanning Nativ scanning	2. scanning Efter injektion af isoton NaCl	3. scanning Vandbad
1	-	-	+
2	-	+	+
3	-	+	+
4	-	+	+
5	-	+	+
6	+	+	+
7	-	+	+
8	-	+	+
9	+	+	+
10	+	+	+

+ CCL visualiseret, - CCL ikke visualiseret

Den forventede succesrate for at påvise CCL ved nativscanning var 0,2. Den forventede succesrate efter intraartikulær injektion var 0,8. Ved at vælge konfidensniveau til 95 % og styrken til 80 %, blev stikprøvestørrelsen for at påvise en forskel på prævalens fra 20% til 80% ved en ensidig test udregnet til 8.

Der blev fundet en succesrate ved nativscanning på $3/10 = 0,3$ (0,108-0,603) ved 95% KI
 For scanning efter intraartikulær injektion $9/10 = 0,9$ (0,596-0,982) ved 95% KI

Der er 3 gange større chance for at visualisere CCL efter intraartikulær NaCl injektion end ved nativscanning (Relativ Risk=3) og denne relative risiko er signifikant (P=0,022).

Ved signifikanstest efter McNemar, der tager hensyn til at prøverne er parrede (en før/efter undersøgelse) findes $p=0,041$ og forskellen findes signifikant på et 5 % niveau (18)

DISKUSSION

Ultralydsundersøgelse er forbundet med en betydelig subjektiv vurdering og er afhængig af operatørens teknik. I dette studie er det forsøgt retrospektivt at verificere den faktiske placering og udstrækning af CCL ved vandbadsscanning og således mindske den subjektive vurdering. Alligevel må det understreges, at de opnåede resultater kun er gyldige for ovenstående forsøgsopstilling med forfatteren som operatør. Som i andre subjektive parakliniske discipliner må det antages, at erfaring og rutine er afgørende for et reproducerbart resultat.

Flere studier angiver at en 7,5 MHz linear transducer er velegnet til knæledsscanning (3, 4, 5, 6). Nyere studier (5, 12, 13) anbefaler 10-11 MHz linear og mikrokonveks probe. En højere frekvens giver større opløsning i billedet, men frekvensen er omvendt proportional med indtrængningsdybden i vævet. I dette studie er det fundet, at en mikrokonveks probe er velegnet til, ved et moderat pres på patellaligamentet, at ankoble mere vinkelret på CCL end en linear transducer, der må følge den normale retning af patellaligamentet. Humant er det beskrevet, at mikrokonveks- og sektortransducere resulterer i et artefakt kaldet ”opklapning” af knæledet. Denne opklapning er en optisk projektion, men på grund af den beskedne ledstørrelse er dette ikke et problem hos hunden (4).

Anvendelse af kontrastmidler er beskrevet til røntgen og MRI artrografi (19, 20). Idet vand ultrasonografisk er nonekkogent, kan det anvendes som negativt kontrastmiddel. Et studie beskrev, hvorledes dynamisk intraartikulær injektion (ingress/egress) af isoton NaCl kan øge kontrasten omkring CCL og få et rumperet CCL til at undulere (6). Nærværende studie viste, at også statisk intraartikulær injektion af isoton NaCl kan forbedre oversigten omkring CCL. En let massage af leddet i forbindelse med real-time scanning giver en god oversigt over stationære og mobile strukturer intraartikulært.

Fremtidige studier kræves for at afgøre, om teknikken er klinisk anvendelig. Det må antages, at sedation eller anæstesi er nødvendig. Ved intraartikulær injektion er der risiko for iatrogene komplikationer som septisk arthritis og hæmartrose. Intraartikulær injektion af 15 ml isoton NaCl gav en moderat opdrivning af ledkapslen på de knæled, der indgik i undersøgelsen. Eventuel smerte i forbindelse hermed kan imødegås med tilsætning af lokalanæstetika til injektionsvolumenet og evakuering efter undersøgelsen.

Hvor ikke andet er nævnt er det forfatterens egne billeder og figurer.

Litteraturliste

1. Kramer M, Stengel H, Gerwing M, Schimke E, Sheppard C. Sonography of the canine stifle. *Vet Radiol & Ultrasound* 1999; 40(3): 282-293.
2. Reed A, Payne JT, Constantinescu GM. Ultrasonographic anatomy of the normal canine stifle. *Vet Radiol & Ultrasound* 1995; 36(4): 315-321.
3. Engelke A, Meyer-Lindenberg A, Nolte I. Die Ultraschalluntersuchung des Kniegelenkes des Hundes. *Berl Münch Tierärztl Wschr* 1997; 110: 24-29.
4. Engelke A, Meyer-Lindenberg A, Nolte I. Die Ultraschalluntersuchung des inneren Kniegelenkes bei Hunden mit Kreuzbandriss. *Dtsch Tierärztl Wschr* 1997; 104: 114-117
5. Mattern KL, Berry CR, Peck JN, De Haan JJ. Radiographic and ultrasonographic evaluation of the patellar ligament following tibial plateau leveling osteotomy. *Vet Radiol & Ultrasound* 2006; 47(2): 185-191.
6. Gnudi G, Bertoni G. Echographic examination of the stifle joint affected by cranial cruciate ligament rupture in the dog. *Vet Radiol & Ultrasound* 2001; 42(3): 266-270.
7. Williams J, Tomlinson J, Constantinescu GM. Diagnosing and treating meniscal injuries in the dog. *Vet Med* 1994; 88: 42-47
8. Ralphs SC, Whitney WO. Arthroscopic evaluation of the menisci in dogs with cranial cruciate ligament injuries: 100 cases (1999-2000). *J Am Vet Med Assoc* 2002; 221(11): 1601-1603.
9. Piermattei DL, Flo GL, DeCamp CE. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair, fourth edition. Elsevier, New York 2006; pp 582-584.
10. Sittnikow K. Treatment of the canine ruptured anterior cruciate ligament using a modified “over the top” technique: a follow up study. *Eur J of Comp animal Pract* 2004; 14(2): 157-160.
11. Flo GL. Meniscal injuries. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1993; 23: 831-843.
12. Mahn MM, Cook JL, Cook CR, Balke MT. Arthroscopic verification of ultrasonographic diagnosis of meniscal pathology in dogs. *Vet Surg* 2005; 34: 318-323.
13. Seong Y, Eom K, Lee H et al. Ultrasonographic evaluation of cranial cruciate ligament rupture via dynamic intra-articular saline injection. *Vet Radiol & Ultrasound* 2005; 46(1): 80-82.
14. Müller S, Kramer M. Die eignung der sonographie für die diagnostik von Meniskusläsionen beim Hund. *Tierärztl Prax* 2003; 31: 10-15.

15. Schnappauf A. Die sonographische Untersuchung und Vermessung des Kniegelenkes bei Hunden mit Patellaluxation. Diss. VVB Lauferweiler Verlag Wetztenberg 2005.
16. Carpenter DH, Cooper RC. Mini review of canine stifle joint anatomy. *Anat Histol Embryol* 2000; 29: 321-329.
17. Schaller O (ed.). *Illustrated veterinary anatomical nomenclature*. Enke Verlag 1992; p 93.
18. <http://faculty.vassar.edu/lowry/Vassar.Stats.html/>
19. Baird DK, Hathcock JT et al. Low-field magnetic resonance imaging of the canine stifle joint: normal anatomy. *Vet Radiol & Ultrasound* 1998; 39(2): 87-97.
20. Banfield CM, Morrison WB. Magnetic resonance arthrography of the canine stifle joint: technique and applications in eleven military dogs. *Vet Radiol & Ultrasound* 2000; 41(2): 200-213.