

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra veterinárních disciplín



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Možnosti řešení ruptury předního zkříženého vazů u psů

Bakalářská práce

Autor práce: Pavlína Jeřábková

Obor studia: Kynologie

Vedoucí práce: Mgr. Ing. Tereza Krejčová, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Možnosti řešení ruptury předního zkříženého vazů u psů" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20. 4. 2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Mgr. Ing. Tereze Krejčové, Ph.D., za konzultace, cenné rady a odborné vedení při vypracování bakalářské práce. Dále bych touto cestou poděkovala MVDr. Janu Umanovi za odborné rady a zapůjčení vhodné literatury, MVDr. Milanovi Holému za trpělivost a podporu. Dále celé své rodině, která mě podporovala a poskytla mi časový prostor při realizaci mého osobního cíle.

Možnosti řešení ruptury předního zkříženého vazů u psů

Souhrn

Bakalářská práce je zaměřena na možnosti řešení ruptury předního zkříženého vazů u psů.

Ruptura předního zkříženého vazů může být traumatického původu či původu degenerativního. Postihuje spíše velká a obří plemena, ale často bývají postižena i plemena střední a malá. Při rozvoji onemocnění působí faktory vnitřní, tedy genetické a faktory vnějšího prostředí, tedy věk, pohlaví, kondice a anatomická predispozice psa.

K diagnostice ruptury předního zkříženého vazů patří nejen manuální ortopedické vyšetření veterinárním lékařem, ale i často používaná diagnostická metoda pomocí rentgenologického vyšetření kloubu. V dnešní době se k diagnostice často využívají i metody CT (počítačová tomografie), MRI (magnetická rezonance), arthrografické vyšetření kolenního kloubu či arthroscopie kolenního kloubu. Mezi méně časté patří sonografické vyšetření vazů. Pro nejlepší diagnostiku postižení struktur v kloubu je možné vybrané diagnostické metody kombinovat a tím vytvořit komplexní přehled o rozvoji onemocnění. Nedílnou součástí diagnostiky je i vyšetření správné funkce a struktury menisků kolenního kloubu.

Po diagnostice ruptury LCC by měla být samozřejmostí chirurgická intervence, a to v co nejkratším možném termínu, aby se zabránilo rozvoji artrotických změn v kolenním kloubu. Mezi chirurgické metody řadíme techniky intrakapsulární a extrakapsulární a dále techniky tibiálních osteotomií, TTA (Tibial Tuberosity Advancement) a TPLO (Tibial Plateau Leveling Osteotomy).

TPLO (Tibial Plateau Leveling Osteotomy) se provádí provedením osteotomie v části proximální tibie a její rotací tak, aby se vyrovnala nosná plocha a změnila se biomechanika kloubu. Následně se osteotomie stabilizuje pomocí implantátů, tedy kostní dlahy a šroubů. Metoda TPLO umožňuje veterinárním lékařům a majitelům domácích mazlíčků nejlepší možný návrat k normálnímu každodennímu životu.

Po chirurgickém zákroku je doporučeno věnovat psovi dostatečný čas na zotavení a regeneraci a spolu s vyškoleným fyzioterapeutem sestavit plán rehabilitačního cvičení, který umožní psovi vrátit se v dostatečně dlouhém časovém období zpět do kondice a do běžného života.

Klíčová slova: pes, přední zkřížený vaz, ruptura LCC, TPLO

Possibilities of solving the ligamentum cruciatum craniale rupture in dogs

Summary

The bachelor's thesis is focused on the possibilities of solving the ligamentum cruciatum craniale rupture in dogs.

Rupture of the ligamentum cruciatum craniale can be of traumatic or degenerative origin. It tends to affect large and giant breeds, but often medium and small breeds are also affected. The development of the disease is influenced by internal factors, i.e. genetic, and external environmental factors, i.e. age, sex, condition and anatomical predisposition of the dog.

The diagnosis of cranial cruciate ligament rupture includes not only a manual orthopedic examination by a veterinarian, but also a frequently used diagnostic method using an x-ray examination of the joint. Nowadays, CT (computed tomography), MRI (magnetic resonance), arthrographic examination of the stifle joint or arthroscopy of the stifle joint are often used for diagnosis. Sonographic examination of ligaments is among the less common ones. For the best diagnosis of damage to structures in the joint is possible to combine selected diagnostic methods and thus create a comprehensive overview of the development of the disease. Examination of the correct function and structure of the menisci of the stifle joint is an integral part of the diagnosis.

After the diagnosis of LCC rupture, surgical intervention should be a matter of course, in the shortest possible time, in order to prevent the development of arthrotic changes in the stifle joint. Surgical methods include intracapsular and extracapsular techniques and tibial osteotomy techniques, TTA (Tibial Tuberosity Advancement) and the TPLO (Tibial Plateau Leveling Osteotomy).

TPLO (Tibial Plateau Leveling Osteotomy) is performed by making an osteotomy in a part of the proximal tibia and rotating to align the bearing surface and change the biomechanics of the joint. Subsequently, the osteotomy is stabilized using implants, i.e. bone plates and screws. The TPLO method allows veterinarians and pet owners the best possible return to normal daily life.

After the surgery, it is recommended to give the dog sufficient time for recovery and regeneration and together with a trained physiotherapist draw up a rehabilitation exercise plan that will allow the dog to return to fitness and normal life in a sufficiently long period of time.

Keywords: dog, ligamentum cruciatum craniale, rupture LCC, TPLO

1 Úvod	1
2 Cíl práce.....	2
3 Literární rešerše.....	3
3.1 Anatomie a fyziologie kolenního kloubu.....	3
3.1.1 Kostí kolenního kloubu.....	4
3.1.2 Svaly kolenního kloubu	5
3.1.3 Struktura a funkce menisků	6
3.1.4 Struktura a funkce křížových vazů	6
3.1.5 Krevní zásobení kolenního kloubu	8
3.1.6 Lymfatický systém kolenního kloubu	8
3.1.7 Inervace kolenního kloubu	9
3.2 Biomechanika pohybu kolenního kloubu	10
3.3 Ruptura LCC (<i>ligamentum cruciatum craniale</i>).....	11
3.3.1 Anatomie, cévní zásobení a inervace LCC.....	11
3.3.2 Rizikové faktory příčiny vzniku ruptury LCC.....	12
3.4 Ortopedické vyšetření kolenního kloubu.....	13
3.4.1 Diagnostické metody vyšetření ruptury LCC	14
3.4.1.1 RTG (Rentgen).....	14
3.4.1.2 Sonografické vyšetření vazů	15
3.4.1.3 CT vyšetření	16
3.4.1.4 Arthrografické vyšetření.....	17
3.4.1.5 Artroskopické vyšetření	18
3.4.1.6 Vyšetření MRI.....	18
3.5 Terapie ruptury LCC	20
3.5.1 Intrakapsulární technika.....	20
3.5.2 Extrakapsulární technika	21
3.5.3 TTA (Tibial Tuberosity Advancement) a techniky <i>tibiální</i> osteotomie ...	22
3.5.3.1 TTA (Tibial Tuberosity Advancement)	22
3.5.3.2 CCWO (Closing Cranial Wedge Osteotomy)	23
3.5.3.3 TTO (Triple Tibial Osteotomy).....	24
3.5.3.4 TPLO (Tibial Plateau Leveling Osteotomy)	25
3.5.4 Meniscektomie.....	25
3.6 TPLO (Tibial Plateau Leveling Osteotomy).....	27
3.6.1 Indikace k operaci metodou TPLO.....	27
3.6.2 RTG a měření úhlů kolenního kloubu	27
3.6.3 Implantáty potřebné k operaci metodou TPLO	28

3.6.4	Průběh operace metodou TPLO.....	29
3.6.5	Komplikace spojené s metodou TPLO	31
3.6.6	Osteoartróza a revmatoidní osteoartritida.....	32
3.6.7	Pooperační péče a management bolesti	32
3.7	Fyzioterapie po chirurgickém zákroku	34
3.8	Klinické případy	35
3.8.1	Ruptura předního zkříženého vazů u dobrmana	35
3.8.2	Ruptura předního zkříženého vazů u křížence.....	36
3.8.3	Ruptura předního zkříženého vazů u border kolie.....	38
4	Závěr.....	40
5	Seznam literatury	41
6	Seznam použitých zkratk a symbolů	48

1 Úvod

Jedním ze stále aktuálních témat kloubní chirurgie jak u psů, tak u lidí, je ruptura předního zkříženého vazy kolenního kloubu. U psa je nutno dívat se na toto onemocnění z pohledu komplexního. Jedná se většinou o souhrn faktorů genetických a enviromentálních (Muir 2018). Ruptura předního zkříženého vazy je v praxi malých zvířat nejčastějším poškozením kolenního kloubu a také jedna z hlavních příčin vzniku osteoartrózy v tomto kloubu (Nečas et al. 2008).

K dosažení co nejlepšího výsledku pro daného psa s tímto problémem, je nutné pečlivější hodnocení pacienta s ohledem na možnost výskytu souběžného problému, poškození menisků. Dále je třeba zvážit anatomii a morfologii kolenního kloubu u konkrétního jedince a případně upravit chirurgickou techniku.

Společnou teorií technik tibiálních osteotomií je změnit biomechaniku kloubu tak, aby se eliminoval abnormální kraniální tibiální tah během zátěžové aktivity. Postup při technice TTA (Tibial Tuberosity Advancement) je provedení osteotomie kraniální části proximální *tibie*, transpozice *tuberosity tibie* a stabilizace speciálním klínovým implantátem. Cílem techniky TTA je posun a zarovnání šlachy česky tak, aby došlo k eliminaci kraniálního tibiálního tahu.

Postup TPLO (Tibial Plateau Leveling Osteotomy) se provádí provedením osteotomie v části proximální *tibie* a její rotací tak, aby se vyrovnala nosná plocha a změnila se biomechanika kloubu. Následně se osteotomie stabilizuje pomocí implantátů, tedy kostní dlahy a šroubů (Millis & Levine 2014).

Správně nastavený rehabilitační plán a fyzioterapie může zlepšit zotavení pacienta po operaci kolenního kloubu (Fossum 2013).

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je vytvořit komplexní literární přehled zaměřený na možnosti řešení ruptury předního zkříženého vazy (LCC) jako jednoho z nejčastějších traumatických a degenerativních onemocnění kolenního kloubu u psů.

Bakalářská práce bude více zaměřena na často používanou metodu chirurgického řešení Tibial Plateau Leveling Osteotomy (TPLO).

3 Literární rešerše

3.1 Anatomie a fyziologie kolenního kloubu

Kloub (*articulatio*) je označení pro pohyblivé spojení dvou a více kostí. Při výskytu štěrbinového prostoru mezi dvěma spojovanými kostmi nazýváme tento kloub pravý neboli synoviální (König & Liebich 2003). Kloubní dutina pravých kloubů obsahuje synoviální tekutinu, zasahují do ní kosti pokryté hyalinní chrupavkou, které mají na povrchu kloubní pouzdro (Grim & Druga 2001).

Kolenní kloub (*articulatio genus*) je synoviální složitý kloub a dochází v něm ke spojení tří kostí, a to kondyly *femuru*, kloubní plochy *tibie* a *patelly*. Skládá se tedy ze dvou kloubů: *articulatio femorotibialis* a *articulatio femoropatellaris* (Najbrt et al. 1980).

Ve femorotibiálním kloubu (*articulatio femorotibialis*) dochází ke skloubení kosti stehenní (*femur*) a kosti holenní (*tibia*). Nerovnosti v těchto skloubeních vyrovnávají dva nitrokloubní útvary, zvané menisky – *meniscus medialis* a *lateralis* (König & Liebich 2003). Distální plochou naléhají na kondyly kosti holenní a proximální plochou naléhají na kondyly kosti stehenní (Černý 2002).

Menisky jsou na vnitřním okraji duté a tenké a na vnější části silnější a vypouklé. Mají tvar půlměsíce a jsou tvořeny vazivovou chrupavkou (Muir 2018, König & Liebich 2003). U psů je mediální meniskus (*meniscus medialis*) větší a má vejčitý tvar. Laterální meniskus (*meniscus lateralis*) je menší a kruhovitější (Hulse & Shires 1983). Mediální meniskus je připojen k *tibii* pevně pomocí kaudálních a kraniálních menisko-tibiálních vazů. Kraniální menisko-tibiální vaz upevňuje laterální meniskus k *tibiálnímu plató* a k přednímu zkříženému vazu (*ligamentum cruciatum craniale*). Kaudální menisko-tibiální vaz je připojen k zadnímu zkříženému vazu (*ligamentum cruciatum caudale*). Tento kaudální vaz může a nemusí být u psa přítomen (Muir 2018). Laterální meniskus se upíná krátkým vazem pevně k *femuru* a k oblasti kondyly kosti holenní zvané *incisura poplitea* (Hulse & Shires 1983, Černý 2002).

Kloubní pouzdro má vrstvu fibrózní, která postupuje z okrajů kloubů obou kostí a spojuje se s postranními plochami obou menisků. Další vrstva kloubního pouzdra je tzv. synoviální, ta obsahuje nervová zakončení a ohraničuje mediální a laterální synoviální dutiny, které spolu navzájem pravidelně komunikují (Carpenter & Cooper 2000).

Vazy femorotibiálního kloubu dělíme na vazy postranní a vazy zkřížené, které společně zpevňují kolenní kloub a udržují kontakt mezi kloubními plochami v tomto skloubení (Černý 2002). Vazy postranní probíhají mezi hrboly kosti stehenní a holenní. Zatímco laterální postranní vaz se upíná, aniž by byl spojen s meniskem, mediální postranní vaz se s mediálním meniskem spojuje (König & Liebich 2003). Vazy zkřížené probíhají mezi oběma synoviálními vaky a mají zásadní význam při klinickém vyšetření psa při podezření na rupturu předního zkříženého vazy (Černý 2002). Přední zkřížený vaz (*ligamentum cruciatum craniale*) odstupuje na *tibii* a upíná se na mediální plochu laterálního kondylu kosti stehenní (König & Liebich 2003). Tento vaz je nejvíce náchylný k prasknutí při nadměrné extenzi kolenního kloubu. Při jeho prasknutí dochází k abnormálnímu posunu *tibie* ve vztahu

k *femuru* (Singh 2018). Zadní zkřížený vaz (*ligamentum cruciatum caudale*) se nachází mezi kostí holenní a laterální plochou mediálního kondylu kosti stehenní (Černý 2002).

Dalším kloubem, který tvoří kolenní kloub, je kloub českový (*articulatio femoropatellaris*). Zde se kloubí česka (*patella*) s kostí stehenní. *Patella* klouže stejnoměrně s pohyby femorotibiálního kloubu. Kloubní pouzdro je prostorné a je spojené s kloubní dutinou femorotibiálního kloubu (König & Liebich 2003).

3.1.1 Kostí kolenního kloubu

Stehenní kost (*femur*) je u psů štíhlá, válcovitého tvaru a distálním, kraniálním i laterálním směrem je vyklenutá. Kloubní hlavice v proximálním konci kosti stehenní se kloubí v jamce kyčelního kloubu (*acetabulum*) s kostí pánevní a v distálním konci se spojuje s bércovými kostmi v kloubu kolenním (Najbrt et al. 1980).

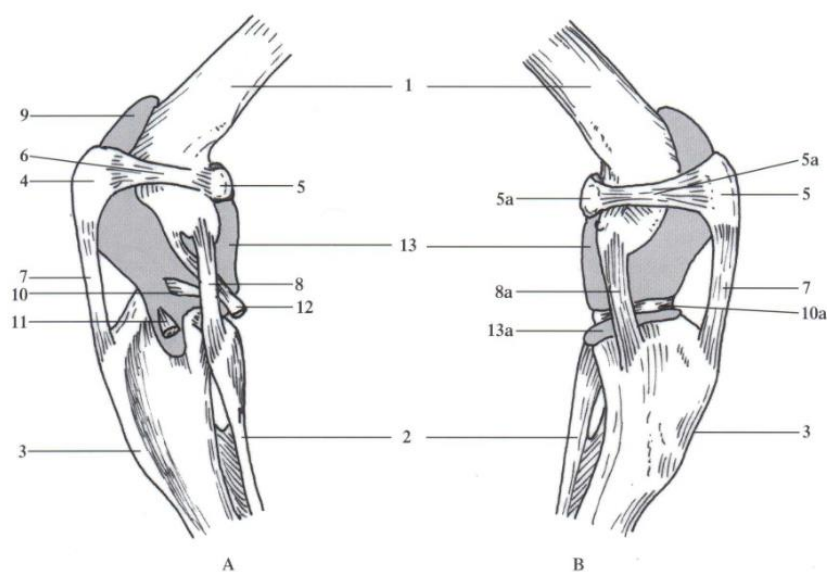
Rozlišujeme tři hlavní části:

- Proximální konec s kloubní hlavicí
- Tělo *femuru* jako střední část
- Distální konec s mediálním a laterálním kloubním hrbolem (König & Liebich 2003).

Z proximálního konce vyčnívá zřetelná kloubní hlavice, která je připojena k *femuru* krčkem. Krček zajišťuje připojení kloubního pouzdra (Evans & de Lahunta 2017). Laterálně leží velký chocholík – *trochanter major* a mediálně malý chocholík – *trochanter minor* (König & Liebich 2003). Laterální a mediální plochy střední části *femuru* jsou hladké ve tvaru trojbokého hranolu (Najbrt et al. 1980). Distální konec *femuru* se kloubí v kolenním kloubu s českou a *tibií* (Singh 2018).

Patella je vmezeřena do čtyřhlavého stehenního svalu, kde funguje jako sezamská kost, k proximálnímu kondylu *tibie* je spojena úponem *ligamentum patellae* (Černý 2002, Carpenter & Cooper 2000). K *femuru* je svou kloubní plochou – *facies articularis* odvrácená a její volný povrch – *facies cranialis* se nachází pod kůží (König & Liebich 2003).

Kosti bércy tvoří dvě nestejně silné kosti, a to: silná holenní kost (*tibia*) a tenčí kost lýtková (*fibula*). *Tibia* je u psa dlouhá, esovitě prohnutá, podílí se na stavbě kolenního kloubu. Na holenní kosti rozlišujeme proximální konec s kloubní plochou pro femorotibiální kloub a distální konec s kloubní plochou pro hlezenní kloub (Najbrt et al. 1980). *Fibula* je dlouhá a štíhlá. Rozlišujeme na ni hlavu, krček, střední část a distální konec. Lýtková kost zůstává u psa celá zachovalá s omezenou funkcí jako plocha pro úpon svalů a jako podpora hlezenního kloubu (König & Liebich 2003). Stavba kolenního kloubu je schématicky znázorněna na obr. 1.



Obr. 1 Kolenní kloub psa z laterální (A) a mediální (B) strany. 1 – *femur*, 2 – *fibula*, 3 – *tibie*, 4 – *patella*, 6 – laterální femoropatelní vaz, 7 – *ligamentum patellae*, 9 – *articulatio femoropatellaris*, 10 – laterální meniskus, 10a – mediální meniskus, 13 – *articulatio femorotibialis*, meniskofemorální část (Převzato z Černý 2002).

K osifikaci částí kosti stehenní dochází u psů v 8 týdnech věku u velkého a malého chocholíku. Velký chocholík se osifikací spojuje s kostí stehenní v období 8-13 měsíců věku, malý chocholík v období 6-9 měsíců věku. *Patella* započne osifikaci zhruba ve 3 týdnech věku a zhruba ve 3 měsících věku psa je plně osifikována. Osifikace *tibie* probíhá v rozmezí 6-9 měsíců věku a osifikace *fibuly* probíhá ve věku 5-13 měsíců (Černý 2002).

3.1.2 Svaly kolenního kloubu

Mezi hlavní svaly kolenního kloubu, zajišťující jeho pohyb, patří čtyřhlavý stehenní sval (*m. quadriceps femoris*) a podkolenní sval (*m. popliteus*) (König & Liebich 2003).

Hlavní svaly kolenního kloubu můžeme dělit také na *extenzory* a *flexory*. *Extenzory* jsou svaly, které natahují končetinu v kloubu a *flexory* jsou svaly, které provádí v kloubu ohyb (Singh 2018).

Čtyřhlavý stehenní sval (*m. quadriceps femoris*) je hlavní *extenzor*, který při kontrakci posouvá trup směrem dopředu a fixuje kolenní kloub. Probíhá hluboko na kranální straně stehenní kosti, z laterální strany ho kryje *fascia lata femoris* a skládá se ze čtyř hlav, které samostatně odstupují. Všechny čtyři hlavy se spojují a vytváří jeden silný vaz – čéškový vaz, který se vsunuje do *tuberosity tibie*. V tomto čéškovém vazu je obsažena samotná čéška (Shurtz & Asprea 2012, König & Liebich 2003, Najbrt et al. 1980). Svalové hlavy čtyřhlavého stehenního svalu, které odstupují na kosti stehenní, se podle lokalizace dělí: laterální široký sval (*m. vastus lateralis*), mediální široký sval (*m. vastus medialis*) a střední široký sval (*m. vastus intermedius*). Hlava čtvrtá se označuje jako přímý stehenní sval (*m. rectus femoris*) a odstupuje od kyčelní kosti a naléhá kranálně na všechny tři hlavy (König & Liebich 2003).

Podkolenní sval (*m. popliteus*) je hlavní *flexor*, který rotuje distální částí končetiny. Leží na kaudální straně kolenního kloubu a přímo naléhá na jeho kloubní pouzdro (Singh 2018). Odstupuje v laterálním kondylu kosti stehenní a upíná se na mediální okraj *tibie*. Odstupová šlacha, ve které je vložena sezamská kost, prostupuje pod laterální postranní vaz kolenního kloubu, přechází v ploché svalové břicho a rozšiřuje se a upíná na kaudomediální stranu *tibie* (Najbrt et al. 1980).

3.1.3 Struktura a funkce menisků

Menisky vyplňují prostor mezi kondyly stehenní kosti a kondyly kosti holenní. Menisky dělíme na mediální meniskus a laterální meniskus (König & Liebich 2003). Buňky menisku se liší v závislosti na umístění a jsou tvořeny z diferencovaných buněk různého druhu uspořádaných v extracelulární matrix (Muir 2018). Strukturně jsou buňky menisku podobné jiným muskuloskeletárním tkáním. Například buňky na periferii menisku jsou podobné buňkám v okolních vazech a buňky ve středové části menisku se podobají buňkám hyalinní chrupavky (Helio Le Graverand et al. 2001). Extracelulární matrice se skládá především z vody a proteoglykanů, a to u psa z 60 % chondroitin-6-sulfátu a 24 % chondroitin-4-sulfátu a z 10 % chondroitinu (Adams & Muir 1981). Extracelulární matrice obsahuje i několik typů kolagenů, z nichž z 90 % celkového kolagenu tvoří kolagen typu I (Eyre & Wu 1983).

Při opakovaném zatěžování kolenního kloubu a jeho následném odlehčování dochází v meniscích k vytvoření cirkulační dráhy, která zajišťuje výživu tkání a lubrikaci tohoto kloubu (Arnoczky et al. 1980). Na tuto skutečnost by měl být brán ohled při úvahách o léčbě poraněných menisků. Inervace menisků je nejhustší v kraniálních a kaudálních částech, kde plní funkci mechanoreceptorů a proprioceptorů. Senzorické signály od menisků přispívají během zátěže k ochrannému reflexnímu pohybu kloubu.

Menisky jsou velmi účinné tlumiče nárazů v kolenním kloubu. Tato vlastnost je u psů zásadní. Díky svým viskoelastickým vlastnostem se menisky přizpůsobují nesouměrným kloubním povrchům při porušení rovnováhy v kolenním kloubu (Muir 2018). Dalším důležitým bodem k pochopení role menisků jako tlumičů nárazu v kolenním kloubu je teorie napětí obruče. Při přibližování *femuru* a *tibie* k sobě při zatížení kolena vzniká v meniscích obvodové napětí, které umožňuje přenos zátěže mezi vrstvou chrupavky *femuru* a *tibie*. Tento tlak nutí tkáň menisků, aby svůj tvar přizpůsobily (Andrews et al. 2017). Uvolnění menisků eliminuje důležité funkce v kolenním kloubu (Muir 2018).

3.1.4 Struktura a funkce křížových vazů

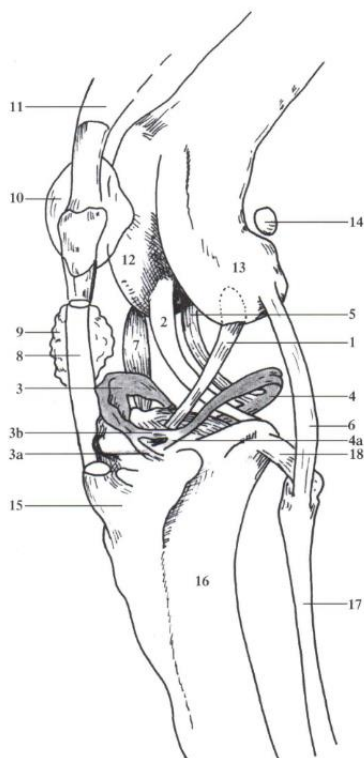
Postranní tzv. kolaterální vazy dělíme na laterální a mediální. Laterální vaz se nachází na laterální straně kolenního kloubu, vychází z femoropatelního vazy a vede k laterální kondyle kosti stehenní. Není spojen s laterálním meniskem a s kloubním pouzdrům je spojen pomocí pojivové tkáně (Carpenter & Cooper 2000). Při natažení kolenního kloubu (*extenze*) je laterální vaz napnutý a při ohybu (*flexe*) je vaz volný (Vasseur & Arnoczky 1981). Mediální vaz se nachází na mediální straně kolenního kloubu. Vychází z mediálního konce *femuru* a připojuje se ke kloubnímu pouzdru, následně vede až k *tibii*. Oba kolaterální

vazy fungují jako stabilizátory *tibie* při extenzi kolenního kloubu a zároveň s křížovými vazy zajišťují rotační stabilitu kolenního kloubu během *flexe* a *extenze* (Carpenter & Cooper 2000).

Křížové vazy dělíme na přední zkřížený vaz (*ligamentum cruciatum craniale*) a zadní zkřížený vaz (*ligamentum cruciatum caudale*). Přední zkřížený vaz vychází z jamky na laterálním kondylu *femuru* a upíná se k *tibii* v místě zvaném *intercondylaris centralis tibiae*. Zadní zkřížený vaz probíhá z jamky na mediálním kondylu *femuru* k oblasti *tibiální* kondyly zvané *incisura poplitea* (König & Liebich 2003).

Základní stavební jednotkou křížových vazů je kolagen, který je složen z mnoha snopců, které obsahují svazky kolageních vláken (Heffron & Campbell 1978). Vedle kolagenu jsou v křížových vazech obsažena vlákna elastinu a svazky mikrofibril (Smith et al. 2011). Buňky vazů mají propracované buněčné procesy, které tvoří trojrozměrnou síť rozprostírající se v extracelulární matrix. Komunikují spolu pomocí mezerových spojů (Benjamin & Ralphs 1997). Ve vazivové tkáni umožňují komplexní síť buněčných procesů, které jsou propojené mezerovými spoji, přímé navázání signálních molekul z buňky do buňky (Bray et al. 2005).

Funkce křížových vazů je odolávat silám, které by mohly způsobit posun stehenní kosti směrem k *tibii* a také zamezit nevhodné rotaci *tibie*. Pokud je kolenní kloub protažen, jsou zkřížené vazy napjaté a omezují pohyb *tibie* směrem k *femuru*. V *extenzi* se křížové vazy na sebe otáčejí a namotávají se na sebe (Arnoczky & Marshall 1977).



Obr. 2 Vazový aparát kolenního kloubu. 1 - *ligamentum cruciatum craniale*, 2 - *ligamentum cruciatum caudale*, 3 - *meniscus medialis*, 4 - *meniscus lateralis*, 8 - *ligamentum patellae*, 10 - *patella*, 11 - *m. quadriceps femoris*, 12 - *condylus medialis*, 13 - *condylus lateralis*, 15 - *tuberositas tibiae*, 16 - *tibia*, 17 - *fibula* (Převzato z Černý 2002).

3.1.5 Krevní zásobení kolenního kloubu

Kardiovaskulární systém pánevní končetiny a zejména kolenního kloubu má primární funkci, a to transport a okysličení. Krevní řečiště přenáší řadu pro život a zdraví nezbytných látek a živin, které pro svou správnou funkci potřebuje každá buňka. Krev také odnáší oxid uhličitý a další metabolické odpadní produkty z metabolicky aktivních buněk a dodává je do plic, jater nebo ledvin, kde jsou dále zpracovány nebo vyloučeny. Při nedostatečném prokrvení končetiny může dojít k trvalému poškození tkáně až k buněčné smrti – nekróze (Klein 2013).

Krev do pánevní končetiny přivádí a z abdominální aorty odstupuje vnější kyčelní tepna (*a. iliaca externa*), postupuje ventrálním směrem a před vstupem do stehenního kanálu z ní vystupuje hluboká stehenní tepna (*a. profunda femoris*). *A. femoralis* probíhá společně s *v. femoralis* stehenním kanálem a distálně pokračuje do podkolenní jámy. Dále v podkolenní jámě přechází v *a. poplitea*, jejíž konečné větve (*a. tibialis cranialis* a *a. tibialis caudalis*) se rozvětvují v krajině bérce (Černý 2002). *Arteria poplitea* zásobuje kolenní a podkolenní svaly (Evans & de Lahunta, 2017).

Žilní systém pánevní končetiny psa dělíme na hluboký a povrchový žilní systém. Povrchový žilní systém tvoří žíly, které odvádějí část krve, která pochází z hlubokého žilního systému. Jedná se například o žílu *v. saphena medialis*, která prochází po celé délce mediální plochy stehna a bérce, okolím tarzu až na proximální konec nártu (Najbrt et al. 1982). Hluboký žilní systém odvádí krev nikoli jen z končetiny, ale také ze zevních pohlavních orgánů a z břišní stěny. Do hlubokého žilního systému řadíme *v. iliaca externa*, ze které se na mediální ploše stehna větví silná *v. profunda femoris*, která se větví na *v. poplitea* (Černý 2002). Podkolenní žíla (*v. poplitea*) probíhá laterálně podél stejnojmenné tepny (*a. poplitea*). Nad podkolenním zářezem se dělí na *v. tibialis caudalis* a *v. tibialis cranialis*, obě též doprovázejí stejnojmenné tepny (Najbrt et al. 1982).

3.1.6 Lymfatický systém kolenního kloubu

Lymfatický systém odvádí tekutinu (lymfu) z tkání lymfatickými cévami, které následně ústí do žilního systému. Lymfatické cévy procházejí lymfatickými uzlinami, které jsou součástí správného fungování imunitního systému. U psa tyto uzliny najdeme na různých částech těla, například preskapulární leží kraniálně od ramenního kloubu, důležité mízní uzliny se nacházejí i v krajině hrudníku. Na zadní končetině, v krajině kolenního kloubu, jsou nejlépe hmatatelné lymfatické uzliny popliteální (Shurtz & Asprea 2012).

Mízní uzliny pánevní končetiny se seskupují do lymfocenter:

- Lymfocentrum *iliofemorale* ležící při *a. iliaca externa*;
- Lymfocentrum *inguinofemorale* sbírající lymfu ze zevních pohlavních orgánů, mléčné žlázy, kůže stehna, kolena, svalů a fascií;
- Lymfocentrum *ischadicum* sbírající lymfu z pánevních orgánů;
- Lymfocentrum *popliteum* jsou uzliny podkolenního lymfocentra (Černý 2002).

Podkolenní mízní okrsek tvořený lymfocentrem *popliteum* je u psa tvořen jednou uzlinou *ln. popliteus superficialis*, která dosahuje velikosti až 5 cm. Je dobře hmatatelná, protože přesahuje kaudální okraj svalů *m. biceps femoris* (Najbrt et al. 1982, Černý 2002).

3.1.7 Inervace kolenního kloubu

Nervový systém psa je jedním z hlavních koordinačních systémů těla, který spolu se smyslovými buňkami zajišťuje souhru mezi podnětem a reakcí. Nervový systém dělíme na centrální nervový systém a periferní nervový systém, jejichž hlavní buňkou je neuron (Klein 2013, König & Liebich 2002).

Míšní nervy (*nervi spinales*), které řadíme do centrálního nervového systému, se rozdělují na segmenty podle jejich průběhu a výstupu z míšního kanálu na: krční, hrudní, bederní, křížové a ocasní. Pánevní končetina je inervována z pleteně bederní (*plexus lumbalis*) a křížové (*plexus sacralis*) (Najbrt et al. 1982). Spojením těchto pletení vzniká bedrokřížová pletěň (*plexus lumbosacralis*) ze které odstupují, pro kolenní kloub důležité, tyto nervy:

- Ucpávací nerv (*nervus obturatorius*), který inervuje vnitřní stehenní svaly, které způsobují přitažení končetiny a kůže;
- Stehenní nerv (*nervus femoralis*) inervuje čtyřhlavý stehenní sval, mediální plochu stehna, bérce, hlezna a metatarsu;
- Větev stehenního nervu (*nervus saphenus*) probíhá ve stehenním kanálu a v úrovni kolenního kloubu se větví na nervy inervující kolenní kloub;
- Sedací nerv (*nervus ischiadicus*) je nejsilnější nerv, v polovině délky *femuru* se dělí na *n. tibialis* a *n. peroneus communis*, které dále inervují všechny svaly v oblasti bérce (König & Liebich 2002, Evans & de Lahunta 2017, Shurtz & Asprea 2012).

V podkolenní krajině se větví *nervus tibialis*, který inervuje svaly v této krajině. Prostor mezi cévami, nervy a svaly vyplňuje tuková a vazivová tkáň (Černý 2002).

3.2 Biomechanika pohybu kolenního kloubu

V kolenním kloubu je možný pohyb *flexe* (ohyb) a *extenze* (natažení) pomocí postranních vazů, které jsou při klidovém postavení kloubu nejkratší, zakotveny mimo střed k ose kloubu. Ve *flexní* či *extenzní* poloze kloubu se postranní vazy natahují, a tím se zvyšuje napětí jejich vláken (König & Liebich 2003). Standardní úhel při plné *extenzi* je 160° a při plné *flexi* 40° (Muir 2018). Během chůze, klusu, nebo sedu se úhlení kolenního kloubu pohybuje u *extenze* až 145° a u *flexe* až 35° (Kim et al. 2015).

Češkový kloub (*articulatio femoropatellaris*) je též důležitý pro biomechaniku kolenního kloubu, protože jeho kinematika je úzce spojena s kinematikou kloubu femorotibiálního (*articulatio femorotibialis*). Češka funguje jako kladka v kolenním kloubu a funguje také jako mechanismus páky kvadricepsu tak, že prodlužuje a zkracuje vzdálenost čtyřhlavého stehenního svalu (*m. quadriceps femoris*) při *flexi* a *extenzi* v kolenním kloubu (Muir 2018).

Stažením a uvolněním svalů zadní končetiny u psa dochází k pohybu psa směrem vpřed. Při cvalu chodidlo dopadá na zem, tělo se pohybuje směrem vpřed a dochází k natažení v kyčelním, kolenním a hlezenním kloubu. Tato akce vyžaduje stabilitu excentrických a hlubokých hýžďových svalů, aby mohl být pohyb proveden precizně (Robertson & Mead 2013).

Kolenní kloub je složený z několika druhů tkání, které musí společně fungovat na bázi biomechaniky, aby byla zachována zdravá a bezbolestná funkce tohoto kloubu (Cook 2010).

Parametry důležité pro biomechaniku kolenního kloubu jsou orgánové a mimoorgánové receptory. Mezi orgánové receptory se řadí receptory v kůži, svalech a kloubech. Mezi mimoorgánové, tzv. volné receptory patří periferní zakončení senzoryckých neuronů v kloubním pouzdře a ve vazech kolenního kloubu. Tyto receptory reagují na změny napětí v kloubu a tím poskytují informaci o poloze kolenního kloubu, dále reagují na rychlost pohybu kloubu a některé reagují na bolestivé podněty. Informace z orgánových a volných receptorů jsou důležité pro centrální nervovou soustavu, která díky těmto informacím koordinuje držení a lokomoci těla (Klein 2013).

Analýza studie pohybu pomocí technologických systémů, které mohou dokumentovat chůzi ve dvou nebo třech rozměrech, je důležitá pro pochopení rozdílu mezi normálním a abnormálním pohybem u domácích zvířat. Tyto technologické pokroky učinily studium pohybu srozumitelnějším a napomáhají k efektivnější analýze pohybu (Sandberg et al. 2020).

3.3 Ruptura LCC (*ligamentum cruciatum craniale*)

Přední zkřížený vaz nelze samostatně oddělit od kloubního pouzdra, zadního zkříženého vazů, kloubní chrupavky, menisků nebo kostí tvořících kolenní kloub. Všechny tyto části musí být vyšetřeny, neboť jsou vzájemně propojeny a jsou nezbytné pro dlouhodobou správnou funkci kolenního kloubu a pánevní končetiny (Cook 2010).

U kolenního kloubu s deficitem ruptury předního zkříženého vazů se stávají hlavními stabilizátory menisky. Mediální meniskus je zvláště důležitý pro zajištění této stability a tím pádem je vystaven vyššímu riziku zranění, pokud dojde k nadměrnému pohybu v kolenním kloubu (Pozzi et al. 2006). Při ruptuře LCC dochází k nestabilitě kolenního kloubu a poranění mediálního menisku (Troy & Bergh 2015). Dále dochází k zánětlivým procesům, rozvoji osteoartrózy v kolenním kloubu a k degeneraci extracelulární matrice, která je obsažena v předním zkříženém vazů (Ševčík & Karaffová 2022).

U psů je ruptura LCC charakterizována spíše progresivní degenerací předního zkříženého vazů než jeho akutním poškozením během traumatu (Nečas et al. 2008, Troy & Bergh 2015). Degenerace vazů vede nejprve k částečné ruptuře LCC, která se po neočekávaném traumatu stane úplnou rupturou (Knebel & Meyer-Lindenberg 2014). Traumatická ruptura předního zkříženého vazů bývá diagnostikována zejména u mladých zvířat, u kterých dojde k přetížení vazů při nadměrné vnitřní rotaci nebo hyperextenzi končetiny. V tomto případě dochází k poškození střední části vazů a poškození menisků (Nečas et al. 2008).

Pokud je pes postižen rupturou LCC, může po určitém času dojít k ruptuře bilaterální, to znamená na druhé zadní končetině. Doba mezi postižením rupturami LCC se pohybuje v rozmezí 809-1227 dnů. U více než poloviny studovaných psů došlo k bilaterální ruptuře LCC během 947 dní. Tato doba se zkracuje u kastrováných samců a samic (Muir et al. 2011).

3.3.1 Anatomie, cévní zásobení a inervace LCC

Přední zkřížený vaz (*ligamentum cruciatum craniale*) je pojmenován podle jeho připojení vůči kosti holenní (Millis & Levine 2014). Odstupuje na kaudomediální části laterální kloubní hlavice *femuru*, probíhá přes *fossa intercondylaris femoris* a upíná se na kraniomediální interkondylární oblast *tibie* (Lewis et al. 1998). Spolu s mediálním, laterálním a kaudálním vazem je kraniální vaz důležitý pro stabilitu kolenního kloubu (Carpenter & Cooper 2000). Pochopení anatomie a funkce předního zkříženého vazů je nezbytné k vysvětlení patofyziologie jeho ruptury a ke zlepšení přístupu k léčbě tohoto onemocnění (Muir 2018).

Zdravý, nepoškozený přední zkřížený vaz zamezuje pohybu *tibie* vůči *femuru* a také omezuje vnitřní rotaci *tibie* a zabraňuje hyperextenzi kolenního kloubu (Lewis et al. 1998, Troy & Bergh 2015).

Cévní zásobení LCC vychází z větví artérií, které se větví z podkolenní tepny (*a. poplitea*), pronikají do kolenního pouzdra a probíhají mezi kondylami kosti stehenní a

kondylami kosti holenní. Cévy kolenního pouzdra se rozrůstají do sítě cév, které zásobují zkřížené vazy v celém jejich průběhu (Muir 2018). Křížové vazy jsou také vyživovány pomocí synoviální tekutiny (De Rooster et al. 2006).

Mezi hlavní nervy inervující LCC u psů patří stehenní nerv (*n. saphenus*), jedna z větví sedacího nervu (*nervus ischiadicus*) - *n. peroneus communis* a z podkolenní krajiny inervuje LCC *nervus tibialis* (O'Connor & Woodbury 1982). V synoviální tkáni, která pokrývá zkřížené vazy, se nachází nervy různých velikostí. Tyto nervy probíhají podél sítě krevních cév. Předpokládá se, že jejich funkcí je regulace průtoku krve a vnímání bolesti (Muir 2018, Arcand et al. 2000).

3.3.2 Rizikové faktory příčiny vzniku ruptury LCC

Ruptura předního zkříženého vazy je u psů komplexní proces, který je ovlivněn různými faktory, mezi které patří faktory genetické, ale také faktory působící z vnějšího prostředí, tzv. faktory environmentální. Při vzniku tohoto onemocnění se vždy jedná o kombinaci genetických a environmentálních faktorů. Každý pes, postižený touto nemocí, je jedincem s určitou genetickou predispozicí, na kterou zároveň působí i faktory vnějšího prostředí. Pro prokázání genetických faktorů bylo provedeno několik studií (Muir 2018).

Studie na novofounladských psech různého věku a různého pohlaví, s průkazem původu i bez průkazu původu, identifikovala tři hlavní chromozomové oblasti, a to na chromozomech 1, 3 a 33. Výsledky této studie také naznačují možné propojení neurologických drah, které mohou vést k náchylnosti tohoto plemene k tomuto onemocnění (Baird et al. 2014).

Další studie zkoumala dědivost ruptury předního zkříženého vazy u plemene zlatý retriever. Studie se účastnilo 190 postižených psů a 143 nepostižených psů starších 8 let. Psům byly odebrány vzorky DNA. Výsledná míra dědivosti se navzdory proměnným pohybovala v rozmezí 0,550 až 0,886. Tato relativně vysoká dědivost poukazuje na podstatný geneticky daný faktor, který přispívá k rozvoji onemocnění ruptury předního zkříženého vazy (Cook et al. 2020).

Mezi faktory vnějšího prostředí se zahrnují věk psa, pohlaví, kondice a anatomická predispozice daného psa (Muir 2018). Studie zkoumající údaje přibližně jednoho milionu psů uvádí, že nižší pravděpodobnost vzniku ruptury předního zkříženého vazy byla u psů ve věku 1-4 roky a největší procento psů postižených rupturou LCC bylo starších sedmi let (Witsberger et al. 2008). U psů velkých plemen je riziko vzniku ruptury LCC v mladším věku vyšší než u psů plemen malých. Zvýšené riziko ruptury LCC bylo zjištěno i u kastrovaných samců a samic. Dle této studie se se zvyšující se hmotností psa zvyšovalo i riziko vzniku ruptury předního zkříženého vazy (Duval et al. 1999).

3.4 Ortopedické vyšetření kolenního kloubu

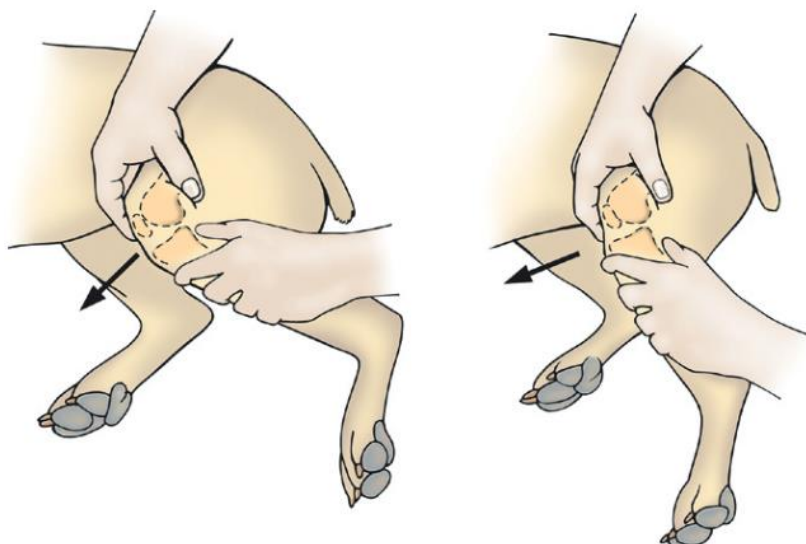
Vyšetření kolenního kloubu je obecně založeno na anamnéze kulhání, ortopedickém vyšetření a případně dalších fyzikálních vyšetřeních jako je radiografie, sonografické vyšetření kloubu, počítačová tomografie či vyšetření pomocí magnetické rezonance (Soler et al. 2006).

Ortopedické vyšetření kolenního kloubu by mělo probíhat nejprve pomocí palpce obou kolenních kloubů pro zjištění asymetrie končetin. Otok v oblasti kloubu může poukazovat na degenerativní onemocnění, které je většinou přidružené při ruptuře LCC. V tomto případě je patelární vaz (*ligamentum patellae*) méně výrazný a dochází k zesílení kolenního pouzdra a tvorbě osteofytů na mediální straně kolenního kloubu. Dále následuje ortopedické vyšetření křížových vazů (Fossum 2013).

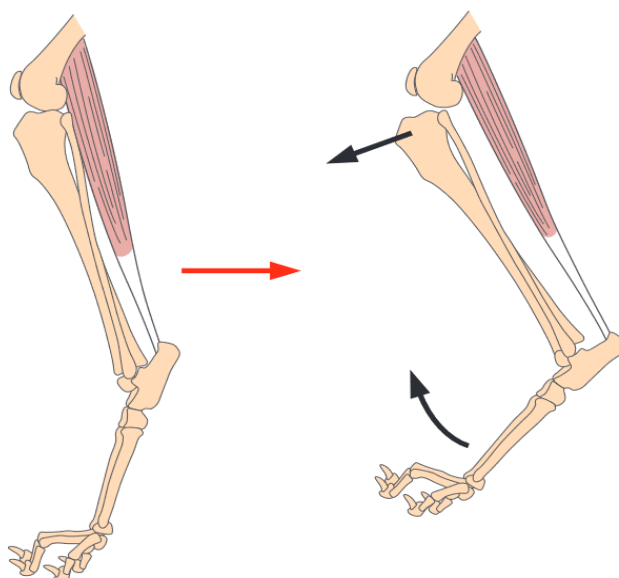
Nejsnazší způsob vyšetření ruptury předního zkříženého vazů je tzv. zásuvkový test, který je vyznačen na obr. 3. S natažením kolenního kloubu provádí veterinární lékař kraniální a distální pohyby *tibie* k *femuru*. U velkých plemen psů a u psů s velkou svalovou kontrakcí je možným typem vyšetření tzv. test holenní komprese. Jedná se ale o méně spolehlivý test, u kterého je často vyžadováno potvrzení diagnózy při plné svalové relaxaci, tedy v narkóze (Peris et al. 2014). U testu holenní komprese dochází při ohnutí hlezna k natažení *m. gastrocnemius* a k vytlačení *tibie* směrem dopředu, jak je ukázáno na obr. 4 (Fossum 2013).

Přesné provedení zásuvkového testu, či testu holenní komprese, závisí na zkušenostech a úrovni dovedností veterinárního lékaře. Nezkušenost nebo nedostatek odborných znalostí při provádění výše uvedených testů může vést k nepřesné diagnostice onemocnění, to pak vede ke špatné volbě léčebného postupu (Troy & Bergh 2015).

Studium pohybu učinilo snadnějšími i technologické pokroky. Dostupné systémy mohou dokumentovat chůzi ve dvou nebo ve třech rozměrech (2D a 3D). Rozdíl mezi 2D a 3D analýzou je ve vybavení a v metodě zobrazení modelu. Znalost základní analýzy chůze je též zásadní při ortopedickém vyšetření a tyto pomocné technologie dokážou rozeznat normální a abnormální chůzi psa. Studium kinematické analýzy nám umožňuje vyhodnotit rozsah pohybu, úhlovou rychlost, frekvenci a délku kroku (Sandberg et al. 2020).



Obr. 3 Zásuvkový test. Natažením kolenního kloubu se provádí kraniální a distální pohyby *tibie* vůči *femuru* (Převzato z Fossum 2013).



Obr. 4 Test holenní komprese. Při ohnutí hlezna dojde k natažení *m. gastrocnemius* a k vytlačení *tibie* směrem dopředu (Převzato z Fossum 2013).

3.4.1 Diagnostické metody vyšetření ruptury LCC

3.4.1.1 RTG (Rentgen)

Radiografické snímky kolenního kloubu jsou pro ortopedické vyšetření důležité, protože nám ukazují změny v kolenním kloubu, například artrotické změny v kloubu a zánětlivé procesy v kloubu (Muir 2018). Pořízením radiografických snímků při provádění holenního kompresního testu lze dosáhnout přesnější diagnostiky ruptury LCC (de Rooster et al. 1998). Rentgenografií ve stoje, v mediolaterální projekci kolenního kloubu, lze taktéž dosáhnout přesnější diagnostiky onemocnění. Ve stoje působí na kolenní kloub vnitřní síly, které podporují posun *tibie* vůči *femuru* (Kim et al. 2011). Na obr. 5 je rentgenový snímek

v pozici neutrální (A) a v pozici při testu holenní komprese (B). Ohnutím hlezenního kloubu dojde ke kaudálnímu posunu *femuru* vůči *tibii*, tento pohyb je znázorněn černými šipkami. Bílou šipkou je označen posun sezamské kosti podkolenního svalu (Muir 2018).

Je důležité také provést radiografické snímky bilaterální končetiny, tedy končetiny, která není primárně postižena rupturou LCC, protože vlivem zatížení může dojít k rozvoji osteoartrózy v kolenním kloubu bilaterální končetiny (Innes et al. 2004).



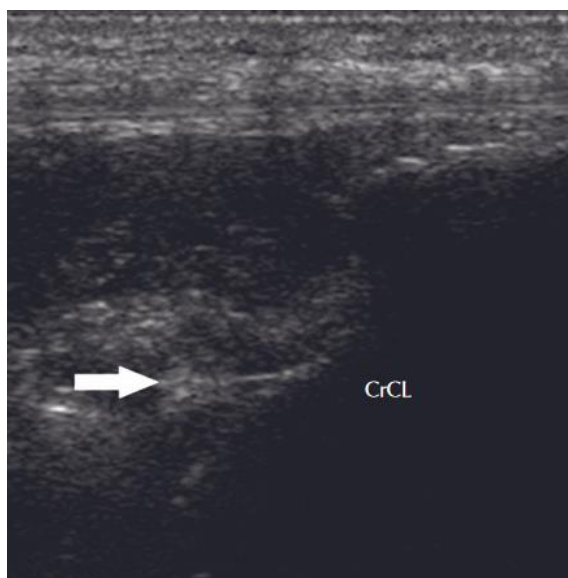
Obr. 5 Rentgenový snímek kolenního kloubu v pozici neutrální (A) a v pozici při testu holenní komprese (B) (Převzato z Muir 2018).

3.4.1.2 Sonografické vyšetření vazů

Vyšetření šlach pomocí sonografu při jejich zranění je užitečné pro zhodnocení rozsahu tohoto zranění. Udržení kontaktu mezi kloubem a ultrazvukovým měřičem může být těžké a nekonfortní pro pacienta. Vzhledem k těmto skutečnostem se při zobrazení mohou léze zastříit a nemusí tedy dojít ke správné diagnostice (Lewis et al. 1998).

Možnosti využití sonografie při vyšetření kolenního kloubu u psů jsou omezené díky malé velikosti kolenního kloubu a velkým rozdílům ve velikosti plemen. Navíc prozatím chybí referenční hodnoty, které by definovaly normální stav kloubu u mladých a u dospělých psů (Sanders & Van der Vekens 2009). Navíc sonografický paprsek není schopen dostatečně proniknout strukturami, které mohou být kalcifikované (Soler et al. 2006).

Na obr. 6 je bílou šipkou zobrazen přední zkřížený vaz s nepravidelnými konci, které pravděpodobně odpovídají úplné ruptuře LCC.



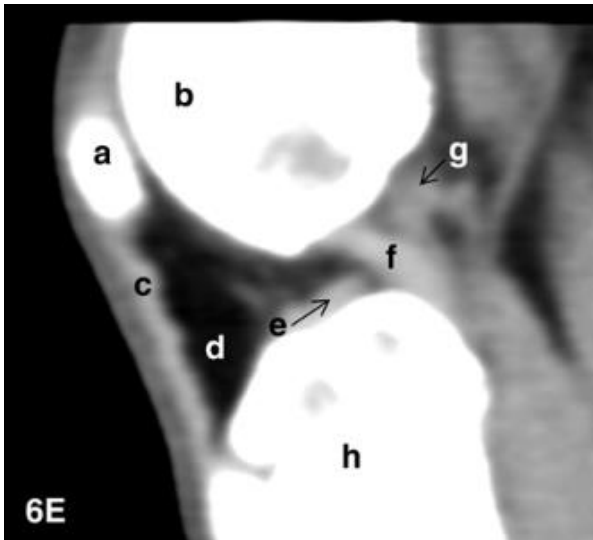
Obr. 6 Sonografické zobrazení ruptury předního zkříženého vazů. Bílou šipkou je zobrazen přední zkřížený vaz s nepravidelnými konci, které pravděpodobně odpovídají úplné ruptuře LCC (Převzato z Muir 2018).

3.4.1.3 CT vyšetření

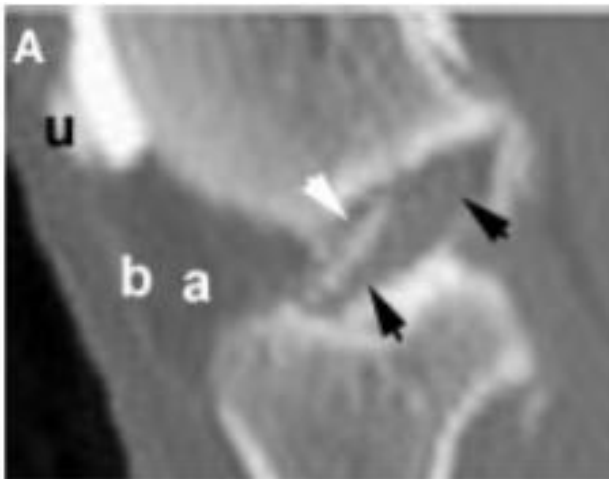
Na rozdíl od radiografie umožňuje počítačová tomografie (CT) zobrazení struktur pomocí příčných řezů a vyšetření vnitřních kloubních struktur, aniž by se jednotlivé struktury překrývaly. Ukázalo se, že CT je citlivé na zobrazení kalcifikovaných či kostěných struktur a také umožňuje výborné zobrazení měkkých tkání (Soler et al. 2007).

Mezi indikace k vyšetření kolenního kloubu pomocí CT zobrazení patří například osteochondróza, mediální či laterální luxace česky, zlomeniny kostí, ruptura LCC, degenerativní osteoartróza, pravděpodobný výskyt osteosarkomu či infekce v oblasti kolenního kloubu. Vyšetření probíhá v celkové anestezii, kdy pes leží ve ventrální poloze s oběma nataženými koleny. Scanování obou kolen probíhá současně, proto je nutné dbát na symetrické umístění zadních končetin (Muir 2018).

Pro lepší rozlišení zkřížených vazů, zhodnocení menisků a povrchu chrupavky je dobré podat zředěnou neiontovou kontrastní látku intraartikulárně (Han et al. 2008). Obr. 7 zobrazuje CT vyšetření kolenního kloubu nepostíženého rupturou LCC s aplikací kontrastní látky a na obr. 8 je vybraný snímek z vyšetření CT nepostíženého kolenního kloubu bez intraartikulární aplikace kontrastní látky.



Obr. 7 Snímek CT vyšetření kolenního kloubu s aplikovanou kontrastní látkou, (a) čéška, (b) femur, (c) čéškový vaz, (d) infrapatelární tukový polštář, (e) přední zkřížený vaz, (f) zadní zkřížený vaz, (g) menisko-femorální vaz, (h) tibie (Převzato ze Soler et al. 2006).



Obr. 8 Snímek CT vyšetření kolenního kloubu bez aplikace kontrastní látky, kde bílá šipka označuje zadní zkřížený vaz, písmeno (u) označuje čéšku, písmeno (b) patelární šlachy, písmeno (a) infrapatelární tukový polštář a černé šipky označují přední zkřížený vaz (Převzato ze Samii & Dyce 2004).

3.4.1.4 Artrografické vyšetření

Používání artrografického vyšetření pomocí fluoroskopie je ve veterinární medicíně stále běžnější. Ionizující záření musí být aplikováno pouze tam, kde je to nezbytně nutné a musí být dodržena všechna bezpečnostní opatření k zajištění pacienta a vyšetřujícího lékaře. Obrázky získané vyšetřením lze převést na videa, a dokonce i na 3D obrázky (Peris et al. 2014).

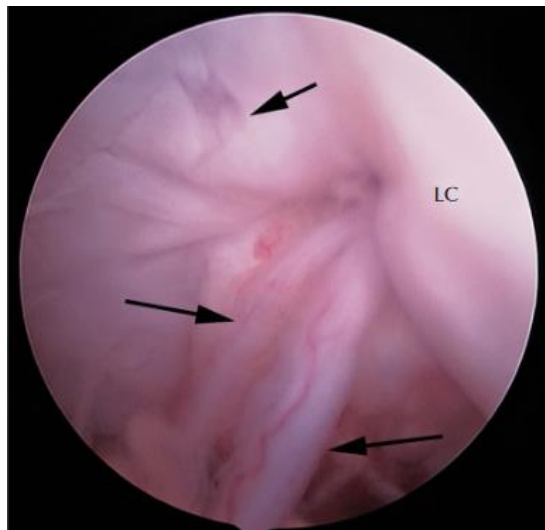
Dle výzkumu Alkan et al. (2001) nelze považovat samostatnou artrografii za dostatečné vyšetření kolenního kloubu pro spolehlivou diagnostiku. Použití artrografie

společně s artroskopií bylo hodnoceno jako nejlepší technika pro diagnostiku onemocnění kloubů u psů.

3.4.1.5 Artroskopické vyšetření

Artroskopická technika pro vyšetření kolenního kloubu u psů byla poprvé popsána v roce 1986. Pokrok dosažený v optice, technická vylepšení a dostupnost nástrojů umožnily výrazné zlepšení snímků a taktéž vylepšily pohled na anatomické detaily při vyšetření kolenního kloubu pomocí této metody (Bardet 1999).

Na obr. 9 je zobrazen artroskopický snímek oblasti interkondylárního zářezu distálního *femuru* pravého kolenního kloubu u psa se stabilním kolenním kloubem a mírnou artritidou kolenního kloubu viditelnou rentgenologicky. Zde na snímku je šipkami označené porušení některých vláken předního zkříženého vazy a viditelný zánět v kolenním kloubu. LC je označení pro laterální kondyl *femuru*.



Obr. 9 Artroskopický snímek, kde je šipkami označené porušení některých vláken předního zkříženého vazy a viditelný zánět v kolenním kloubu. LC je označení pro laterální kondyl *femuru* (Převzato z Muir 2010).

3.4.1.6 Vyšetření MRI

Magnetická rezonance (MRI) je spolu s artroskopií kolenního kloubu užitečnou metodou k diagnostice ruptury LCC zejména v nejasných případech při klinickém vyšetření a taktéž výborná pro posouzení sekundárních změn v kolenním kloubu (Knebel & Meyer-Lindenberg 2014). Dle Fazio et al. (2018) může diagnostická zobrazovací metoda MRI s vizualizací ztráty vláken pomoci při léčbě pacientů především s částečnou rupturou LCC.

I když je MRI velmi přesná v diagnostice ruptury LCC u psů, jiné diagnostické metody jako radiografie, ultrasonografie a artroskopie nabízejí další výhody v diagnostice, jako například průběh vyšetření bez nutnosti anestezie. Pokračující výzkum má potenciál ke zlepšení péče o pacienty pomocí včasné detekce lézí a tím poskytnutí včasné léčby onemocnění (Muir 2018).

Při základním použití protokolu pro vyšetření pomocí MRI by měl být kloub vyšetřen pomocí lokální cívky, která kloub obklopuje a kloub by měl být umístěn v magnetickém izocentru. Stupeň *flexe* kloubu by měl být 90° pro lepší zobrazení předního zkříženého vazy (Podadera et al 2014). Sekvence by měly být získány v transverzální, sagitální a dorzální rovině, zároveň by měla být použita sekvence s potlačením tuku. Intravenózní nebo intraartikulární aplikace kontrastní látky se nepoužívá (Muir 2018).

Normální vzhled menisků na MRI je trojúhelníkovitý či motýlkovitý. Trhliny menisků jsou u psů s diagnózou ruptury LCC běžné a mohou být přítomné již v době diagnostiky nebo se mohou vyvinout týdny až měsíce po chirurgické léčbě (Taylor-Brown et al. 2014). U psů byl navržen systém pro hodnocení poranění menisků během MRI v rozsahu 0 (normální) až 4 (Martig et al. 2006). Šlachy a vazy jsou homogenní, ostře ohraničené struktury, na průřezu kulaté, oválné nebo ploché. Při akutním natržení šlachy nebo vazy může dojít k úplné diskontinuitě. Při chronickém natržení vazy dochází k úplné absenci vazy, či výskytu jizvy, která nemá normální morfologii vazy (Muir 2018). Na obr. 10 je zobrazen snímek MRI vyšetření zdravého kolenního kloubu u psa.



Obr. 10 Snímek MRI vyšetření zdravého kolenního kloubu, (a) česka, (b) *femur*, (c) českový vaz, (d) infrapatelární tukový polštář, (e) přední zkřížený vaz, (f) zadní zkřížený vaz, (g) menisko-femorální vaz, (h) *tibie* (Převzato ze Soler et al. 2006).

3.5 Terapie ruptury LCC

Chirurgické řešení ruptury LCC pomocí primární rekonstrukce a přišití odtržených fragmentů se provádí jen vzácně z důvodu obtížnosti tohoto zákroku a také díky špatné regenerativní schopnosti vazů. Doporučované chirurgické techniky stabilizace kloubu jsou buď pomocí náhrady vazů (intrakapsulární technika), nebo transpozicí jednotlivých struktur či použitím implantátů vytvořit stabilitu vně kloubu (Nečas et al. 2008).

Terapie ruptury LCC lze tedy rozdělit na intrakapsulární, extrakapsulární a na tzv. *tibiální* osteotomie. Principem *tibiálních* osteotomií je svalová kompenzace nestability kolenního kloubu (Knebel & Meyer-Lindenberg 2014). Techniky *tibiální* osteotomie neslouží ke stabilizaci kolenního kloubu, ale mění geometrii kloubu tak, aby bylo dosaženo stability kloubu během přenášení hmotnosti (Jerram & Walker 2003).

3.5.1 Intrakapsulární technika

Při intrakapsulární technice dochází k umístění tkáňového štěpu skrz kloub tak, aby napodobil průběh předního zkříženého vazů a simuloval tak funkci vazů nepoškozeného. Nejčastěji používanými štěpy jsou patelární vaz (*ligamentum patellae*) a *fascia lata*. V případě techniky „over-the-top“ je štěp veden přes *fossa intercondylaris*, skrz kloub a vyústí nad laterálním kondylem *femuru* (Nečas et al. 2008).

Chirurgický přístup je proveden přes laterální přístup do kolenního kloubu. Řez se provádí od distálního pólu česky až k hřebenu distální části kosti holenní. Dále pomocí instrumentária oddělíme patelární šlachy a *fascie lata* od kloubního pouzdra a provedeme řez podél *fascie lata* až k *tibiálnímu* plató. Nařízneme kloubní pouzdro od distálního pólu česky až k hřebenu *tibie*. Luxujeme česku mediálně, abychom odkryli pohled na kolenní kloub. Odstraníme zbytky vazů a prohlédneme vnitřní struktury kloubu včetně menisků. Uvolníme fasciální štěp od *tibie* a vyvrtáme dostatečně velký tunel. Štěp protáhneme tunelem do kloubu pomocí drátěné smyčky, dále štěp protáhneme kloubem a vyvrtaným otvorem v kosti stehenní a pro provedení manévru „over-the-top“ štěp přetáhneme přes horní část kosti stehenní. Provedeme řez skrz fabelární vaz a štěp jím protáhneme. Přišijeme štěp k fabelárnímu vazů, kloubnímu pouzdrů a patelárnímu vazů. Sešijeme kloubní pouzdro, řezaný okraj *fascie lata*, podkožní tkáň vstřebatelným šicím materiálem. Kůži můžeme sešít pomocí nevstřebatelného šicího materiálu.

Pooperační péče zahrnuje bandáž končetiny na tři týdny, chůzi na vodítku dvanáct týdnů s postupným navyšováním času a prodlužováním vzdálenosti procházek. Pro udržení rozsahu pohybu je podporována *flexe* a *extenze* v kolenním kloubu (Fossum 2013).

Po chirurgickém zákroku s použitím intrakapsulární techniky může být zachován pozitivní zásuvkový test při ortopedickém vyšetření kloubu (Lewis et al 1998). Intrakapsulární technika není často používanou technikou vzhledem k vysoké pravděpodobnosti vzniku degenerativních změn v kolenním kloubu. Imobilizace kloubu, která se po chirurgickém zákroku doporučuje na alespoň tři týdny, způsobuje nevratné změny na kloubních plochách (Nečas et al. 2008).

3.5.2 Extrakapsulární technika

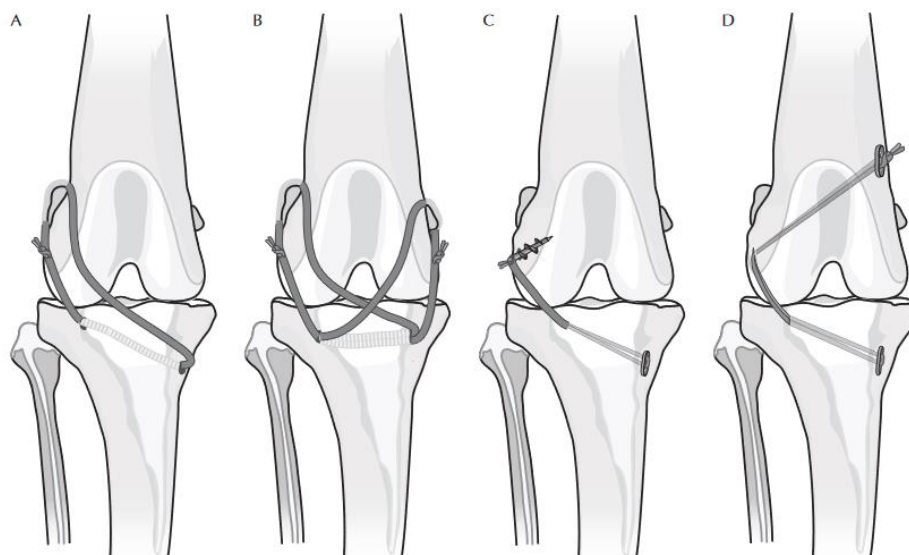
Základní princip této techniky je použití biologického nebo syntetického materiálu s fixačními body *femuru* a *tibie*, kdy vznikne takzvaný *tibiální* tunel, k zajištění odolnosti vůči kraniálnímu posunu *tibie*, vnitřní rotaci, či hyperextenzi v kolenním kloubu tak, aby bylo možné vytvořit dostatečnou fibrózu pro dlouhodobou stabilitu a funkčnost kloubu (Muir 2010). Tuto techniku lze rozdělit na různé operační postupy, například na techniku transpozice hlavičky *fabelly*, techniku imbrikace retinakula a technika TightRope® systém (Nečas et al. 2008).

Stabilizační technika transpozice hlavičky *fabelly* si získala popularitu u veterinárních ortopedů a majitelů psů postižených rupturou LCC díky nízké ceně, relativně snadnému provedení chirurgického zákroku a malým požadavkům na základní chirurgické vybavení (Oda et al. 2016).

Současné trendy extrakapsulární stabilizace jsou zaměřeny na minimálně invazivní způsob provedení stabilizačního postupu, umístění stabilizačního materiálu do izometrické pozice a ukotvení tohoto materiálu spíše do kostí než do měkkých tkání. Těchto cílů je možné dosáhnout u malých psů s použitím kotev a u psů větších plemen (nad 35 kg) s použitím systému TightRope® (Nečas et al. 2008). Na obr. 11 je ilustrace kraniálních pohledů na kolenní klouby, kde jsou ukázány všechny typy extrakapsulárních stabilizačních postupů.

Mezi nevýhody extrakapsulárních technik patří materiály použité při chirurgickém zákroku, které se po implantaci roztahují a mohou se i lámát, což má za následek opětovné selhání stability kloubu.

Chirurgický přístup může být proveden přes laterální nebo mediální kožní řez, záleží na typu stabilizačního postupu, který byl zvolen. U všech postupů je nutné dodržet fixační body pro implantaci stabilizačního materiálu. Tyto body jsou umístěny na *tibii*, a to co nejbližší, ale bez vstupu do kloubu, další stabilizační bod se nachází na laterálním kondylu *femuru*, distálně od jeho skloubení s *fabellou* a co nejbezpečněji kaudálně. U techniky transpozice hlavičky *fabelly* je jedním ze stabilizačních bodů laterální část *fabelly* (Muir 2010). Po chirurgickém zákroku pomocí extrakapsulárních technik se končetina bandážuje do měkkého obvazu na jeden až dva dny, aktivita je omezena na chůzi na vodítku po dobu šesti týdnů (Fossum 2013).



Obr. 11 Zobrazení extrakapsulární techniky, kde (A) transpozice hlavičky *fabelly*, (B) technika imbrikace retinakula, (C) technika s použitím kotvy (*lateral suture anchor technique*), (D) TightRope[®] systém (Převzato z Muir 2010).

3.5.3 TTA (Tibial Tuberosity Advancement) a techniky *tibiální* osteotomie

Před výběrem vhodné chirurgické techniky by měly být zváženy všechny faktory specifické pro anatomii zadní končetiny (Boudrieau 2009).

3.5.3.1 TTA (Tibial Tuberosity Advancement)

Jeden z možných účinků na biomechaniku kolenního kloubu je přítomnost proměnné smykové síly, která směřuje směrem kraniálním, či kaudálním v závislosti na úhlu *flexe* a *extenze* kolenního kloubu a úhlu patelární šlachy (Muir 2018).

Pokud síla vznikající při pohybu zadní končetiny působí na patelární vaz (*ligamentum patellae*), je úhel mezi *tibií* a patelárním vazem větší než 105°, dochází tím ke kraniálnímu posunu *tibie* vůči *femuru* a narušení struktury LCC a následně jeho ruptuře. Pomocí techniky Tibial Tuberosity Advancement (TTA) dochází k úpravě úhlu mezi *tibií* a patelárním vazem na úhel 90° a tím se snižují síly v kolenním kloubu (Lafaver et al. 2007). Na obr. 12 je zobrazen vliv implantátů na posun *tibiálního* *plató*.

V současné době existují dvě obecné metody chirurgické intervence technikou TTA. Metoda první generace s použitím odpovídající titanové desky s vidličkami a titanové klece k udržení posunu *tibiálního* *plató*. Provádíme polohování a mírný posun *tuberosity tibie* na základě polohy česky tak, aby nedošlo ke změně polohy česky. Do mezery vzniklé po osteotomii a do klece aplikujeme štěp houbovitě části kostní tkáň (Muir 2018). Metoda druhé generace se v současné době vyvíjí, titanové desky s vidličkami se nepoužívají a k udržení posunu *tibiálního* *plató* se používá pouze klec, ale s různými doplňkovými metodami, které pomáhají stabilizovat, například neúplná osteotomie *tuberosity tibie* (Brunel et al. 2013).

Šířka klece je k dispozici ve velikostech 3, 6, 9, 12 a 15 mm. Její vhodná velikost se určuje měřením předoperačních rentgenových snímků pánevní končetiny s kolenním kloubem

v *extenzi*, přibližně 135°. Kostní dlahy spolu s vidličkou je k dispozici ve velikostech 2 až 8 otvorů, aplikuje se na mediální část *tibie* (Kim et al. 2008). Díky variabilitě velikostí implantátů je tato metoda vhodná pro psy od hmotnosti cca 5 kg až 92 kg. V některých případech, zvláště u vyšších psů, může být omezením větší osteotomická mezera, díky čemuž i největší velikost klece není dostatečná (Muir 2018).



Obr. 12 Ilustrace kolenního kloubu před a po aplikaci implantátů (Převzato z Kim et al. 2008).

3.5.3.2 CCWO (Closing Cranial Wedge Osteotomy)

Closing Cranial Wedge Osteotomy byla popsána jako první technika z *tibiálních* osteotomií, která vede ke změně fyzikálních sil, které působí na kolenní kloub a přední zkřížený vaz (Slocum & Devine 1984). Dodnes se tato technika používá hlavně v situacích, kdy použitím TPLO metody se může zvýšit riziko komplikací, například u psů s nadměrně strmým úhlem *tibiálního plató* (Muir 2018). Technika CCWO zahrnuje vyrovnání *tibiálního plató* resekci kranálně založeného klínu kosti z proximální *tibie* (Kim et al. 2008).

Dříve byla osteotomie prováděna více distálně, protože pro stabilizaci byly k dispozici pouze rovné dlahy. Nyní s vývojem nových anatomicky tvarovaných dlah může být osteotomie umístěna více proximálně. Vhodná velikost klínu závisí na velikosti sklonu *tibiálního plató*, úhlu prováděné osteotomie a na přesném zarovnání kranálních částí *tibie* k sobě. Za optimální sklon *tibiálního plató* po operaci se považuje 5–6°. Před operací je potřeba posoudit rentgenové snímky končetiny provedené ze všech směrů, aby se určilo, zda existuje výrazný *tibiální varus* (vybočení), *valgozita* (vbočení) či *torze* (přetočení), které by bylo třeba řešit jiným chirurgickým postupem.

Hlavní komplikací specifickou pro techniku CCWO je selhání fixace fragmentu. Riziko je možné snížit zvolením dlahy odpovídající velikosti a správnému umístění pomocné fixace, kterou je možno použít (Muir 2018).

Na obr. 13 jsou RTG snímky, kde (A) je RTG snímek holenní kosti psa se strmým sklonem *tibie* před operací a (B) je modifikovaný RTG snímek po odstranění proximální části *tibie* a otočen tak, aby simuloval chirurgickou korekci.



Obr. 13 RTG snímky kolenního kloubu a *tibie*, kde (A) je RTG snímek holenní kosti psa se strmým sklonem *tibie* před operací a (B) je modifikovaný RTG snímek po odstranění proximální části *tibie* a otočen tak, aby simuloval chirurgickou korekci při plánování chirurgické techniky CCWO (Převzato z Muir 2018).

3.5.3.3 TTO (Triple Tibial Osteotomy)

Trojité *tibiální* osteotomie je jedna z technik *tibiálních* osteotomií, kde cílem je vytvořit úhel 90° mezi sklonem *tibiálního plató* a šlachou česky, pod úhlem kolenního kloubu 135° . Toto je dosaženo kombinací technik CCWO (Closing Cranial Wedge Osteotomy) a TTA (Tibial Tuberosity Advancement) (Muir 2018). Cílem TTO, podobně jako u techniky TTA je dosáhnout proximální konformace *tibie* tak, aby orientace *ligamentum patellae* byla kolmo k *tibiálnímu plató* v momentě zatížení kolenního kloubu. Resekce klínu se provádí kaudálně k osteotomii *tuberosity tibie*. Současně redukce místa klínové osteotomie snižuje sklon *tibiálního plató* a posouvá *tibii* kraniálním směrem, jak je ukázáno na obr. 14 (Kim et al. 2018).

Při plánování operačního postupu se provádí rentgenový snímek kolenního kloubu pod úhlem 135° , následně se stanoví délka *ligamentum patellae* a změří se úhel mezi *tibiálním plató* a šlachou pately. Stanoví se dva typy úhlů, korekční úhel a úhel klínu, které se vypočítávají pomocí jasně definovaných vzorců. Před rozhodnutím o konečném úhlu klínu se doporučuje zvážit opětovné vyhodnocení RTG snímků, změřit sklon *tibiálního plató* a zvážit morfologii *tuberosity tibie*. K chirurgickému řešení ruptury LCC pomocí techniky TTO nejsou vhodné psi s neobvyklou morfologií *tuberosity tibie*, protože je těžké již výše zmíněné správné určení velikosti vhodného úhlu klínu (Muir 2018).

Chirurgický přístup může být proveden přes mediální kožní řez. Pro subkutánní tkáň, fascie a řez mediálním kloubním pouzdem může být použita elektrokauterizace. Po proříznutí kloubního pouzdra se prohlédnou zkřížené vazy a menisky. Roztržené zbytky LCC jsou odstraněny, v případě částečné ruptury LCC je resekována část poškozená. Částečná či úplná meniscektomie je provedena pouze v případě její indikace. Osteotomie *tibie* se provádí v transverzální rovině. Základ klínu je umístěn přesně uprostřed dané osteotomie. Stabilizace fragmentů se provádí pomocí TPLO dlahy na mediální části proximální *tibie* (Bruce et al. 2007).



Obr. 14 Ilustrace označení osteotomie a pooperační znázornění TTO (Převzato z Kim et al. 2018)

3.5.3.4 TPLO (Tibial Plateau Leveling Osteotomy)

Tibial Plateau Leveling Osteotomy zajišťuje pouze stabilitu kolene během pohybu a podpěry končetiny. Výsledkem není obnovení anatomické stability v kolenním kloubu (Nečas et al. 2008).

3.5.4 Meniscektomie

Je známo, že menisky jsou důležité pro normální funkci a zdraví kolenního kloubu, hrají hlavní roli při přenosu zátěže, tlumí nárazy v kloubu a svou funkci uplatňují i při stabilitě a propriocepci v kloubu. Jejich poranění je vzhledem k jejich důležitosti velmi časté, většinou k jejich poranění dochází v závislosti na poranění křížových vazů a dalších struktur v kolenním kloubu (Lindhorst et al. 2000).

Jakmile je patologie menisků diagnostikována, lze zvážit tři možnosti léčby, a to opravu, resekci nebo uvolnění. Oprava se provádí pomocí artroskopie či otevřené metody tak, že se na menisky umístí stehy. Resekce menisků je v současné době nejvíce doporučována, může se jednat o částečnou, segmentální či úplnou meniscektomii. Tyto typy jsou vyobrazeny na obr. 15. Částečná meniscektomie zahrnuje odstranění všech trhlín menisků, ale dochází k zachování funkčního lemu. Při segmentální meniscektomii se odstraňuje kaudální část

s trhlinami, funkční lem nelze zachovat. U úplné meniscektomie dochází k odstranění celého menisku kvůli jeho kompletnímu poškození (Muir 2018).



Obr. 15 Zobrazení částečné, segmentální a úplné meniscektomie (Převzato z Johnson et al. 2004).

Ačkoliv při poranění či vyříznutí mají menisky schopnost regenerovat, složení a struktura nové tkáně neodpovídá chování přirozených, původních menisků (Lindhorst et al. 2000).

Je nezbytné, aby poranění menisků bylo diagnostikováno a léčeno v době chirurgického zákroku tak, aby během chirurgického zákroku došlo k odstranění abnormální tkáně, která by mohla způsobit zánět v kolenním kloubu. Odstranění abnormální tkáně zajistí rychlejší zotavení pacienta a optimální úlevu od bolesti (Muir 2018).

3.6 TPLO (Tibial Plateau Leveling Osteotomy)

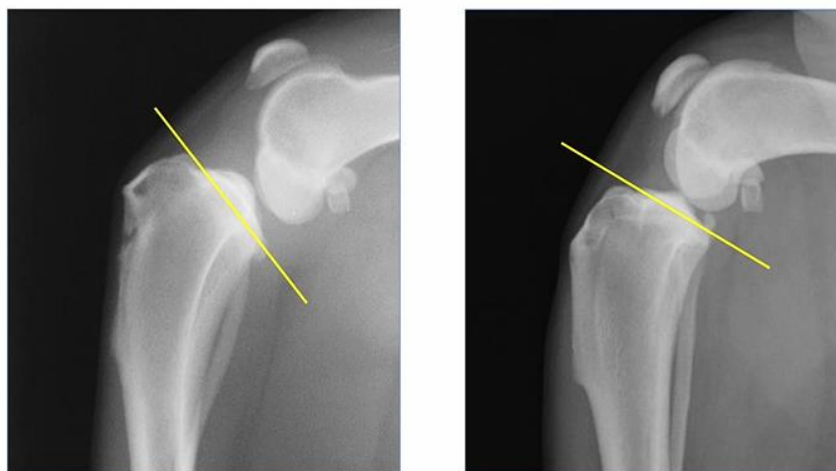
TPLO je chirurgický zákrok, který neutralizuje tibiofemorální smykovou sílu změnou *tibiálního plató* prostřednictvím proximální *tibiální* osteotomie a následně obnovuje normální funkci končetiny. Doposud klinické výsledky podporují metodu TPLO jako schopnost trvale vrátit psům normální funkci končetiny s nízkým rizikem dlouhodobých obtíží či následných komplikací a v neposlední řadě vede tato metoda k velké spokojenosti majitelů operovaných psů (Nanda & Hans 2019).

3.6.1 Indikace k operaci metodou TPLO

Nejčastěji se operace metodou TPLO provádí u psů velkých plemen, ale samotná velikost pacienta není podmínkou, pokud jsou zvoleny implantáty správně dle velikosti operovaného psa (Muir 2018). S vývojem menších implantátů se TPLO stává častěji používanou i u psů malých plemen (Witte & Scott 2014).

Pro vhodný výběr pacienta je důležité zhodnocení zdravotního stavu zadního zkříženého vazy, technika TPLO totiž vede ke zvýšené námaze zadního zkříženého vazy.

Důležitým kritériem pro výběr pacienta je morfologie *tibie* a úhlení *tibiálního plató*, jak je ukázáno na obr. 16, kde RTG snímek zobrazuje sklon *tibiálního plató* u dvou kolenních kloubů s různou morfologií *tibiálního plató* (Muir 2018).



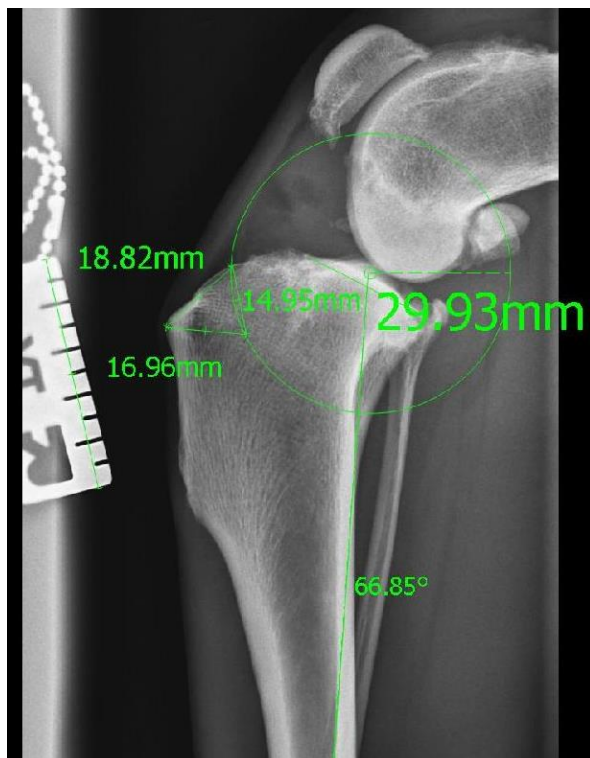
Obr. 16 RTG snímek dvou kolenních kloubů s různým sklonem *tibiálního plató*. Žlutou čarou je zobrazen sklon *tibiálního plató* (Převzato z www.tploinfo.com).

3.6.2 RTG a měření úhlů kolenního kloubu

Stabilitu kolenního kloubu udržují navzájem působící síly mezi svalovými *extenzory* a *flexory* kolenního kloubu, síla kraniálního *tibiálního* tahu, mediální meniskus a přední zkřížený vaz. Síla kraniálního *tibiálního* tahu vzniká během zátěže kolenního kloubu jako střížná síla, která je závislá na síle *tibiální* komprese v kloubu a sklonu *tibiálního plató*. Pomocí snížení sklonu *tibiálního plató* dojde k eliminaci střížné síly kraniálního *tibiálního*

tahu, proti které za normální situace musí přední zkřížený vaz stabilizovat kolenní kloub (Hnízdo 2017).

Plánování operačního postupu zahrnuje správné posouzení úhlení *tibiálního plató* tak, aby chirurgické provedení vedlo k požadovanému úhlu *tibiálního plató* 5°. Poloha postižené končetiny na RTG snímku je laterální, střed snímku je na kolenním kloubu a úhel kloubu je 90° k *tibii*. Je prokázáno, že přesné předoperační radiografické umístění kloubu je důležité pro přesné měření úhlů (Boudrieau 2009). Na obr. 17 je zobrazen rentgenologický snímek zadní končetiny v laterální poloze při plánování operačního postupu a měření sklonu *tibiálního plató*.



Obr. 17 RTG snímek při plánování TPLO operačního postupu a měření sklonu *tibiálního plató* (Zdroj Pavlína Jeřábková).

3.6.3 Implantáty potřebné k operaci metodou TPLO

V dnešní době existuje široká škála výrobců ortopedických implantátů, kteří vyrábí dostupné implantáty TPLO mnoha velikostí a typů (anatomické, kaudálně zahnuté, blokové). K dispozici jsou také zamykatelné a nezamykatelné implantáty (Muir 2018).

Studie Woodbridge et al. (2011) hodnotila mediolaterální posun *tibiálního plató* po TPLO operaci s použitím třech typů dlah, kdy dva typy dlah obsahovaly nezamykatelné šrouby (značky Slocum a Orthomed Delta) a jeden typ dlah (Synthes TPLO Locking Compression Plate) byl se zabudovanými LCP šrouby. Nezávislími chirurgy byly přezkoumány předoperační a pooperační RTG snímky u 79 psů. Mediální a laterální translace *tibiálního plató* byla zkoumána a hodnocena v místě osteotomie. Průměrná laterální translace byla větší při použití dlahy Synthes TPLO Locking Compression Plate než u dlah s nezamykatelnými šrouby.

Uzamykatelné dlahy a šrouby fungují jako konstrukce, ve kterých se každý šroub zablokuje do kostní dlahy. To znemožňuje typický způsob selhání u neuzamykatelných dlah, tedy vypáčení nebo uvolnění šroubů, které vede k následné ztrátě stability kosti. TPLO uzamykatelné dlahy jsou velmi vhodné jako implantáty do měkčích spongiózních kostí (Nanda & Hans 2019).

Studie Krotscheck et al. (2012) neprokázala žádný rozdíl hojení kostí a hojení místa osteotomie mezi použitím neuzamykatelných a ukazamykatelných dlah. Při použití zamykatelné dlahy je nižší výskyt infekce a nižší míra komplikací obecně.

Materiály používané k výrobě implantátů jsou nerezová ocel nebo titan. Ačkoliv oba materiály splňují hlavní biomechanické a biologické požadavky, je všeobecně známo, že při aplikaci implantátů by nemělo docházet ke kombinaci materiálů nerezová ocel a titan, protože mezi nimi vzniká tepelná síla a mohlo by dojít ke spálení kosti a její následné nekróze (Hayes & Richards 2010).

Studie nového typu TPLO implantátů pro velká a obří plemena u přibližně padesáti psů s hmotností od 50 do 91 kg hmotnosti, kde předoperační úhel *tibiálního plató* byl v rozmezí 19-28° a pooperační úhel *tibiálního plató* byl 5° ukázala, že pouze u jednoho pacienta došlo k explantaci implantátu. U ostatních psů se nevyskytla žádná katastrofální komplikace. Při této studii se došlo k závěru, že TPLO s použitím nových implantátů pro psy o hmotnosti od 50 kg hmotnosti je úspěšnou metodou stabilizace kolenního kloubu (Hnízdo & Pomahač 2021).

3.6.4 Průběh operace metodou TPLO

Je důležité si uvědomit, že samotný postup techniky TPLO řeší pouze dynamickou nestabilitu kolenního kloubu, proto musí chirurgický zákrok doprovázet prohlídka intraartikulárních struktur a případné ošetření poraněných menisků nebo jiných abnormalit v kolenním kloubu (Boudrieau 2009).

Technika TPLO funkčně stabilizuje kolenní kloub během zátěže tím, že neutralizuje kraniální *tibiální* tah. Toho je dosaženo osteotomií proximální *tibie*, která umožňuje rotaci *tibiálního plató* a ke snížení úhlu *tibiálního plató* (Lafaver et al. 2007). Postup vyrovnání *tibiálního plató* má tři fáze:

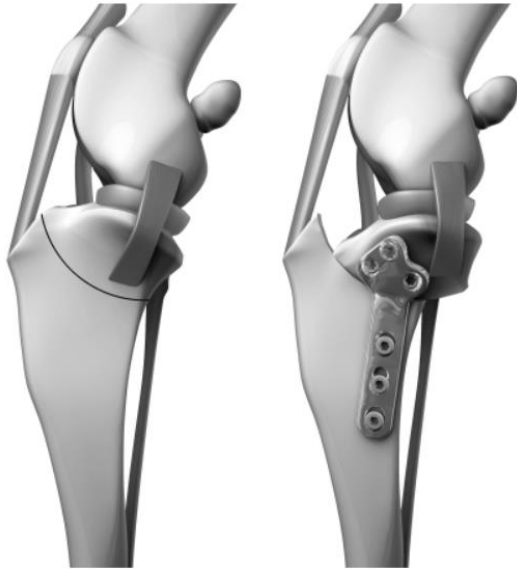
1. Mediální artrotomie a vyšetření kolenního kloubu
2. Radiální osteotomie a rotace proximálního tibiálního fragmentu k vyrovnání *tibiálního plató*
3. Stabilizace osteotomie pomocí implantátu - kostní dlahy.

Pacient je umístěn na operačním sále v anestezii v dorzální či laterální poloze. Proveďte se kožní řez přibližně 2 cm proximálně od česky až do jedné třetiny holenní kosti, následně se pomocí Metzenbaumových nůžek oddělí podkožní vrstva, skalpelem se nařízne *fascie* od patelárního vazy až k *tibii*. Poté se provede řez do kloubního pouzdra, odstraní se zbytky přetrženého křížového vazy a pokud je třeba ošetří se menisky a následně se kloubní pouzdro zašije (Kaya et al. 2013).

Pomocí předoperačního plánování chirurgického zákroku je určena velikost bilaterálního pilového listu pro provedení osteotomie. Následuje provedení osteotomie pomocí speciální oscilační pily s kontinuálním výplachem fyziologickým roztokem (0,9 % NaCl) tak, aby se minimalizovala tepelná nekróza kosti. Segment *tibiálního plotá* je otočen a dočasně fixován v poloze pomocí Kirchnerova drátu (Kowaleski et al. 2013). Při rotaci *tibiálního plotá* na úhel 5° dojde k neutralizaci síly kraniálního *tibiálního tahu*. Při této rotaci není ovlivněna pozice pately (Hnízdo 2017). TPLO dlahy je umístěna na mediální část *tibie* tak, aby odpovídala kostnímu obrysu a osteotomii, jak je vidět na obr. 18 na fotografii pořízené během chirurgického zákroku. Připevnění TPLO dlahy zajišťují většinou tři zamykatelné samořezné šrouby a tři kortikální samořezné šrouby. Velikost šroubů se odvíjí od velikosti aplikované dlahy. Otvory pro zajišťovací šrouby jsou vyvrtány pomocí vodička se závitem a pomocí vrtáku, jehož velikost též odpovídá velikosti použitých šroubů a dlahy. Po překontrolování a dotažení všech šroubů vyndáme dočasný fixátor a řez se po vrstvách uzavře pomocí vstřebatelného šicího materiálu a kožní sutura se provede pomocí nevstřebatelného šicího materiálu (Kowaleski et al. 2013). Na obr. 19 je znázorněna poloha provedení osteotomie a pooperační znázornění implantátů po chirurgickém zákroku metodou TPLO.



Obr. 18 Aplikace TPLO dlahy a uzamykatelného samořezného šroubu během chirurgického zákroku (Převzato z Kowaleski et al. 2013).



Obr. 19 Znázornění polohy osteotomie a pooperační znázornění implantátů po chirurgickém zákroku TPLO (Převzato z Kim et al. 2008).

3.6.5 Komplikace spojené s metodou TPLO

Komplikace, která může nastat v průběhu chirurgického zákroku je signifikantní krvácení z jedné z větví kranální *tibiální* artérie, konkrétně z popliteární artérie (*a. poplitea*). Krvácení je zastaveno pomocí manuální komprese v oblasti popliteální jamky a aplikací gentamicin impregnovaného kolagenu. Pooperačně je nutné končetinu bandážovat pomocí kompresní bandáže. Následně je třeba monitorovat po dobu 24 hodin teplotu končetiny, metatarzální pulz a pomocí laboratorního hematologického vyšetření krve hodnotu hematokritu (Hnízdo & Pomahač 2021).

Jednou z nejčastějších pooperačních komplikací je zánět v oblasti patelárního vazy (*ligamentum patellae*), který může vzniknout vlivem přetížení končetiny během chůze na podvodním pásu krátce po operaci. Dalšími komplikacemi jsou například zakřivená proximální *tibie* po nesprávně provedené osteotomii nebo trhliny v oblasti *tuberositas tibiae* (Nečas et al. 2008).

Lokální bakteriální infekce a klinické známky zánětlivého procesu jsou nejčastějšími důvody pro odstranění použitých implantátů (Thompson et al. 2011). Studie Frey et al. (2010) prokázala, že použití jiného šicího materiálu než svorek pro uzavření kůže a pooperační orální podávání antimikrobiálních látek vede k nižšímu výskytu bakteriální infekce u psů po operaci metodou TPLO.

Jedna z mála častých komplikací, zlomenina v oblasti bérce, byla zachycena ve studii Cosenza et al. (2015). Na obr. 20 na snímku A je viditelná zlomenina, která byla diagnostikována tři týdny po chirurgickém zákroku, když si majitel psa všiml akutního kulhání. Byla provedena revizní operace a pomocí Kircherova drátu byla zlomenina zafixována. Devět týdnů po revizní operaci byla diagnostikována osteomyelitida způsobená multirezistentním *Staphylococcus aureus*. V rámci léčby této infekce byli TPLO implantáty a

Kircherův drát odstraněny. Rentgenologický snímek (E) proveden po osmi týdnech po odstranění implantátů byl hodnocen jako dobrý.



Obr. 20 RTG snímky zlomeniny v oblasti bérce po chirurgickém zákroku metodou TPLO a následné hojení v oblasti kolenního kloubu u psa. (A) RTG snímek tři týdny po operaci TPLO zachycující zlomeninu v oblasti bérce. (B) RTG po revizní operaci a aplikaci Kircherova drátu. (C) Osteomyelitida devět týdnů po revizní operaci. (D) Odstranění TPLO dlahy a Kircherova drátu. (E) RTG snímek zachycující osteomyelitidu po osmi týdnech od odstranění implantátů (Převzato z Condenza et al. 2015).

3.6.6 Osteoartróza a revmatoidní osteoartritida

U psů je osteoartróza časté onemocnění, které vzniká například následkem dysplazie kyčelního kloubu, dysplazie loketního kloubu nebo následkem poškození předního zkříženého vazů. V postiženém kloubu dochází ke změnám ve všech tkáních synoviálního kloubu, jako jsou kloubní chrupavka, subchondrální kost a periost.

Revmatoidní osteoartritida je autoimunitní onemocnění, které se vyznačuje funkčními a strukturálními změnami v kloubních tkáních a zánětem synoviální výstelky kloubů. Dochází k degradaci extracelulární matrice, což vede k redukci kloubní chrupavky.

Osteoartróza a revmatoidní osteoartritida jsou charakterizované zvýšenou produkcí cytokinů, díky čemuž dochází ke zvýšené produkci enzymů degradujících extracelulární matrici (Lans 2019).

Mechanické poranění kolenního kloubu může vést k abnormální remodelaci chrupavek a osteochondrálních mikrofraktur, které způsobují kostní sklerózu, aktivaci synoviální tkáně a ztrátu chrupavky. Nadměrné uvolňování fragmentů nebo složek matrice z poškozené chrupavky může aktivovat fibroblasty a synoviální makrofágy, které pak mohou vést k další degradaci kloubních struktur (Henrotin et al. 2005).

3.6.7 Pooperační péče a management bolesti

Ortopedičtí pacienti bývají často medikováni analgetiky v době před chirurgickým zákrokem. Pro určení vhodného analgetika by měla být posouzena předpokládaná délka

pooperačního diskomfortu a bolestivost konkrétního chirurgického zákroku. Většina ortopedických zákroků je považována za středně až silně bolestivé a analgezie musí být dostatečná, aby blokovala receptory bolesti a zároveň blokovala receptory nocicepce. V rámci pooperační péče je velmi doporučeno podávání analgetických látek pro zmírnění bolesti a otoku v místě konání chirurgického zákroku (Fossum 2013).

Po chirurgickém zákroku ruptury LCC metodou TPLO by se měly omezit procházky na vodítku po dobu alespoň 6 týdnů, kdy by měla být provedena první kontrola u veterinárního ortopeda (Nečas et al. 2008). Psi by měli začít zatěžovat končetinu 7. až 12. den po zákroku, mírné kulhání může být pozorováno do asi 4. až 6. týdne po zákroku. V době mezi 6. až 8. týdnem po zákroku by měl být proveden RTG snímek pro zhodnocení pozice implantátů a hojení kostí. Funkce končetiny by měla být následně nerozlišitelná od normálu (Hnízdo 2017).

U psů po poškození předního zkříženého vazů může vzniknout v kolenním kloubu artróza, která je příčinou chronické bolesti kloubu. Její léčba spočívá především v podávání nesteroidních antiflogistik (NSAID) a perorálním podáváním chondroprotektiv (Nečas et al. 2008). Léky typu NSAID mohou mít příznivé účinky na zánět, degradaci kolenní chrupavky a nocicepci (Cook 2010). Pro určení citlivosti a bolestivosti jsou důležité mimoorgánové receptory. Při svalové kontrakci vzniká ve šlachách kosterního svalstva napětí, které detekuje Golgiho šlachový orgán, který se ve šlachách kosterního svalstva nachází. Tento orgán posílá informace o napětí šlach do centrálního nervového systému pomocí neuronů propletených mezi kolagenovými fibrilami ve šlachách (Klein 2013).

Další z možných metod pro lepší hojení chrupavky a dalších kloubních struktur a zmírnění rozvoje osteoartrózy může být intraartikulární aplikace kyseliny hyaluronové, kortizolu nebo kmenových buněk (Nečas et al. 2008).

Aguado et al. (2021) prováděli studii, která vyhodnocovala účinky perorálního podávání kyseliny hyaluronové u psů s poraněním předního zkříženého vazů operovaných technikou TTA (Tibial Tuberosity Advancement). Skupina 55 psů byla náhodně rozdělena na dvě skupiny. První skupině psů bylo podáváno placebo a druhé skupině psů byla perorálně podávána kyselina hyaluronová po dobu 10 týdnů. Dále byly odebrány vzorky synoviální tekutiny před operací a 10 týdnů po operaci pro měření koncentrací HA, haptoglobinu, oxidu dusnatého a paraoxonázy-1. Výsledky studie ukázaly významné zlepšení některých biomarkerů, a to zvýšení koncentrace kyseliny hyaluronové a významný pokles koncentrace paraoxonázy-1 v synoviální tekutině ve srovnání s výchozími hodnotami. Tyto změny ukazují, že pooperační perorální podávání kyseliny hyaluronové může být účinné při léčbě osteoartrózy u psů.

Pooperační management fyzioterapie je nedílnou součástí léčby ruptury LCC. Významné pokroky ve funkci končetiny se projeví, když se správně provádí pooperační fyzioterapie (Jerram & Walker 2003).

3.7 Fyzioterapie po chirurgickém zákroku

Cílem fyzioterapie u psů, zotavujících se po chirurgickém zákroku, je poskytování úlevy od bolesti, eliminace pooperačních otoků, udržování a obnovení pohybu kolenního kloubu, prevence ztráty svalové hmoty a prevence změn držení těla v důsledku chronické bolesti a nepoužívání končetiny (Muir 2018).

V časném pooperačním období dochází k edému končetiny, který obvykle ustoupí do 10 dnů od zákroku. Urychlujícím řešením odstranění edému může být terapie chladem, jemná tkáňová masáž, PROM (passive range of motion), protahování či použití elektrostimulace (Rexing et al. 2010).

Kompletní fyzioterapeutický plán by se měl odvíjet hlavně od metody použité chirurgické techniky. Po chirurgickém zákroku extrakapsulární stabilizací kolenního kloubu je důležitý rozsah pohybu formou *extenze*, která může být ovlivněna nesprávným umístěním *tibiálního* tunelu při chirurgickém zákroku. Rehabilitace kolenního kloubu operovaného intrakapsulární technikou by měla být prováděna pozvolna vzhledem k omezené tažné síle použitého štěpu. Chirurgické techniky *tibiálních* osteotomií nemění hybnost kolenního kloubu, nedochází tedy k omezení rozsahu pohybu v kloubu, ale během sestavování správného rehabilitačního protokolu je potřeba vzít v úvahu možné komplikace spojené s aplikovanou metodou (Millis & Levine 2014, Jandi & Schulman 2007).

Fyzioterapie a rehabilitace psů po operaci ruptury předního zkrříženého vazy metodou TPLO napomáhá atrofovanému svalstvu opět nabrat na objemu a zlepšuje kompletní funkci zadní končetiny (Cook 2010). V časném pooperačním období je nutné se vyhnout nadměrnému namáhání čéškové šlachy (*ligamentum patellae*), aby se snížily tažné síly na hřeben *tibie*. Je třeba se vyhnout i nadměrné *flexi* v kolenním kloubu, patří sem skákání, běhání a chůze do schodů (Millis & Levine 2014). Po zahojení měkkých tkání lze pokračovat v rehabilitačním cvičení pomocí hydroterapie a chůze na podvodním pásu. Hydroterapie je velmi účinná díky schopnosti vztlakové síly vody, která psovi pomáhá cvičit bez zatížení kloubů (Monk et al. 2006).

3.8 Klinické případy

3.8.1 Ruptura předního zkříženého vazy u dobrmana

Nacionále: pes, dobrman, nekastrovaný, hmotnost 40 kg, věk 6 let a 5 měsíců.

Anamnéza: náhle vzniklé kulhání na pravou zadní končetinu dne 10. 9. 2022.

Diagnóza: ruptura předního zkříženého vazy na pravé pánevní končetině.

Průběh veterinárního ošetření: Vyšetření veterinárním lékařem dne 21. 9. 2022 odhalilo výraznou atrofii svalů na pravé zadní končetině, 2. stupeň kulhání na pravou zadní končetinu, palpačně otok obou kolenních kloubů, manuálně provedený zásuvkový test byl negativní. Rentgenologické vyšetření (obr. 21 A) ukázalo osteoartrotické změny v pravém kolenním kloubu. Veterinárním lékařem bylo doporučeno provedení chirurgického zákroku ruptury předního zkříženého vazy pomocí metody TPLO (Tibial Plateau Leveling Osteotomy). Byly nasazeny nesteroidní antiflogistika typu Cimalgex 80 mg v dávce 1 tableta denně.

Chirurgický zákrok: 31. 10. 2022 byl proveden chirurgický zákrok. Přístup k proximální *tibii* byl přes mediální stranu končetiny. Předoperační úhel *tibiálního plató* byl 23°. Během chirurgického zákroku byla použita pila o průměru 30 mm, posun osteotomie 9,5 mm, stabilizace uzamykatelnou titanovou dlahou velikosti 64 a uzamykatelnými titanovými šrouby o průměru 3,5 mm. Výsledný pooperační úhel *tibiálního plató* byl 4°. Na obr. 21 (B) je zobrazen pooperační RTG snímek. Pooperační domácí péče zahrnovala podávání antibiotik Amoksiklav 1 g v dávce 1 – 0 – 1, striktní dodržování klidového režimu, venčení na vodítku.



Obr. 21 (A) RTG snímek pravého kolenního kloubu u dobrmana. Na snímku je patrná osteoartróza a mírné změny v kolenním kloubu. (B) Pooperační RTG snímek osteotomie a stabilizace pomocí titanové dlahy se šrouby (Zdroj Pavlína Jeřábková).

Kontrola u veterinárního lékaře proběhla šest týdnů po chirurgickém zákroku a dvanáct týdnů po chirurgickém zákroku, kdy bylo provedeno ortopedické vyšetření a RTG snímky, které jsou zobrazeny na obr. 22. Palpací kolenních kloubů byl zjištěn přetrvávající otok pravého kolenního kloubu a atrofie svalů na pravé zadní končetině. Rentgenologické snímky ukazují hojení operované končetiny. Správné hojení osteotomie bylo indikováno k možnosti přidat rehabilitační cvičení a chůzi na podvodním pásu, aby došlo k nasvazení operované končetiny.



Obr. 22 (A) RTG snímek šest týdnů po chirurgickém zákroku. (B) RTG snímek dvanáct týdnů po chirurgickém zákroku. Na obou RTG snímcích je patrné postupné hojení rány v oblasti provedené osteotomie (Zdroj Pavlína Jeřábková).

3.8.2 Ruptura předního zkříženého vazy u křížence

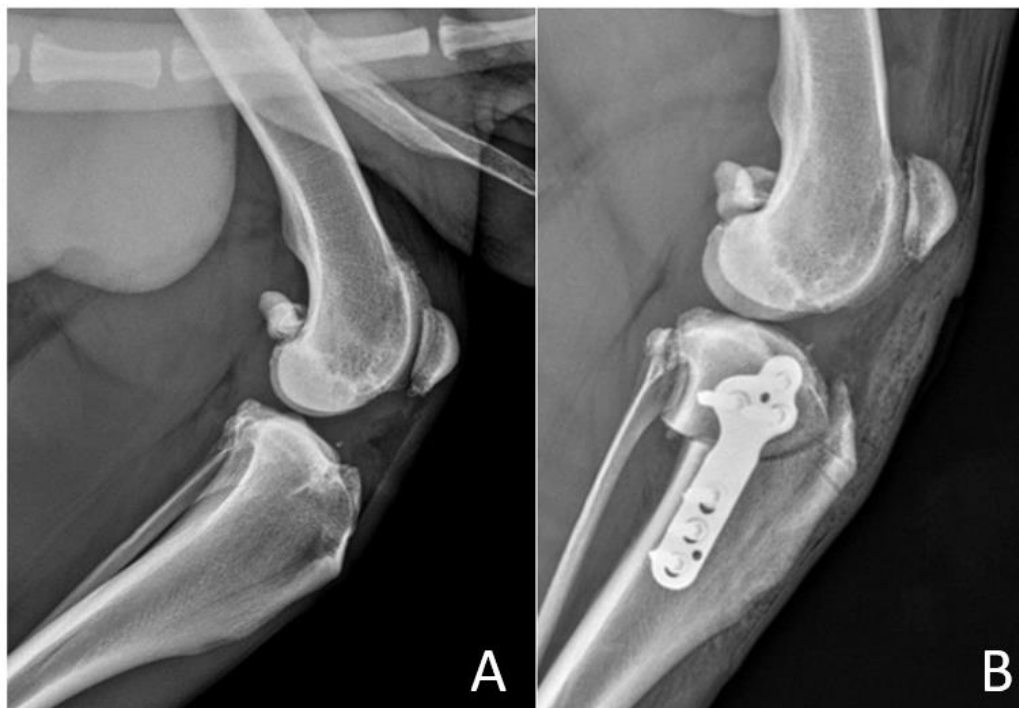
Nacionále: pes, kříženec, nekastrovaný, hmotnost 20 kg, věk 7 let a 6 měsíců.

Anamnéza: během tréninku agility pes přeskočil překážku a při dopadu uklouzl a spadl, po tomto úrazu se již na levou pánevní končetinu nepostavil.

Diagnóza: ruptura předního zkříženého vazy na levé pánevní končetině.

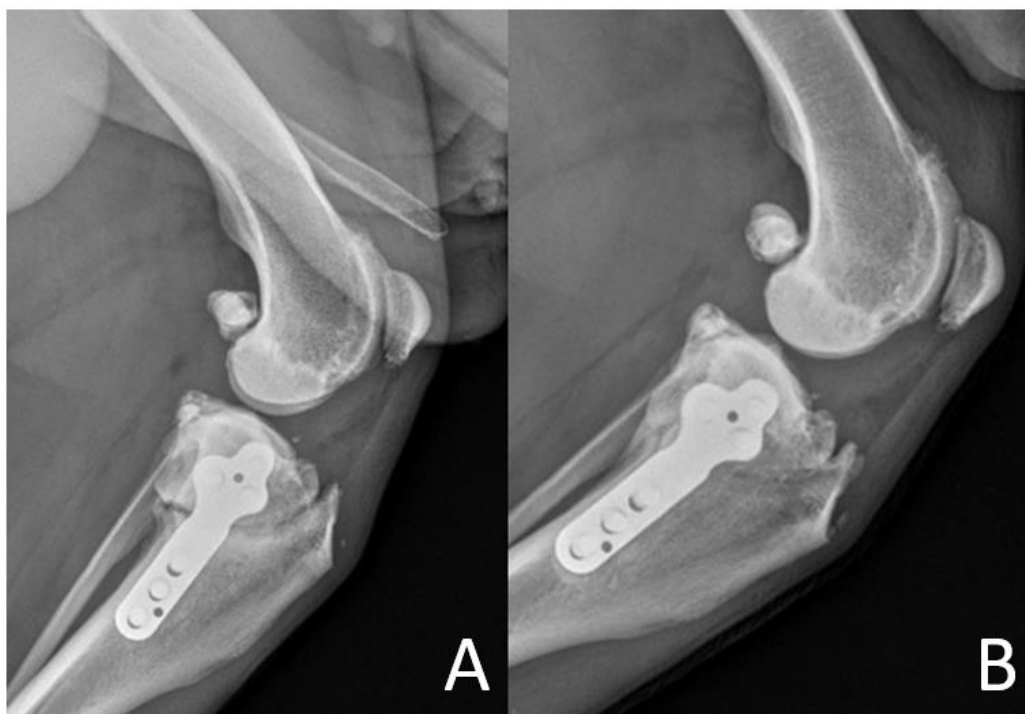
Průběh veterinárního ošetření: Při vyšetření veterinárním lékařem pes na levou pánevní končetinu nedošlapoval, při chůzi končetinu nepoužíval, palpačně levý kolenní kloub byl velmi bolestivý. Manuálně provedený zásuvkový test byl pozitivní. Pro účely diagnostiky byl proveden na veterinárním pracovišti RTG snímek (obr. 23 A). V kolenním kloubu nebyly nalezeny žádné osteoartrótické změny. Veterinárním lékařem byla stanovena diagnóza a doporučeno provedení chirurgického zákroku ruptury předního zkříženého vazy pomocí metody TPLO (Tibial Plateau Leveling Osteotomy) v co nejbližším termínu. Byly nasazeny nesteroidní antiflogistika Rimadyl 75 mg v dávce 1 tableta denně. Bylo doporučeno dodržet striktní klidový režim a venčení pouze na vodítku pod dohledem majitele.

Chirurgický zákrok: Přístup k proximální *tibii* byl přes mediální stranu končetiny. Předoperační úhel *tibiálního plató* byl 21°. Během chirurgického zákroku byla použita pila o průměru 21 mm, stabilizace osteotomie byla provedena uzamykatelnou titanovou dlahou velikosti 46 a uzamykatelnými titanovými šrouby o průměru 2,7 mm. Výsledný pooperační úhel *tibiálního plató* byl 5,6°. Na obr. 23 B je zobrazen pooperační RTG snímek. Pooperační domácí péče zahrnovala podávání antibiotik Amoksiklav 1 g v dávce ½ – 0 – ½, Rimadyl 75 mg 1 – 0 – 0 a dodržování skriktního klidového režimu, venčení na vodítku.



Obr. 23 (A) RTG snímek levého kolenního kloubu u křížence. (B) Pooperační RTG snímek osteotomie a stabilizace pomocí titanové dlahy se šrouby (Zdroj Pavlína Jeřábková).

Kontrola u veterinárního lékaře proběhla šest týdnů po chirurgickém zákroku a dvanáct týdnů po chirurgickém zákroku, kdy bylo provedeno ortopedické vyšetření a RTG snímky, které jsou zobrazeny na obr. 24. Dle majitele pes postupně končetinu zatěžoval a dvanáct týdnů od operace byla chůze psa v normálním stavu. Rentgenologické snímky ukazují hojení operované končetiny. Správné hojení osteotomie bylo indikováno k možnosti přidat rehabilitační cvičení a postupné navyšování zátěže. Se sportovní kynologií a agility bylo doporučeno začít 9 měsíců po provedeném chirurgickém zákroku a s postupným přidáváním zátěže během tréninku.



Obr. 24 (A) RTG snímek šest týdnů po chirurgickém zákroku. (B) RTG snímek dvanáct týdnů po chirurgickém zákroku. Na obou RTG snímcích je patrné postupné hojení rány v oblasti provedené osteotomie (Zdroj Pavlína Jeřábková).

3.8.3 Ruptura předního zkříženého vazy u border kolie

Nacionále: fena, border kolie, nekastrovaná, hmotnost 17 kg, věk 3 roky a 7 měsíců.

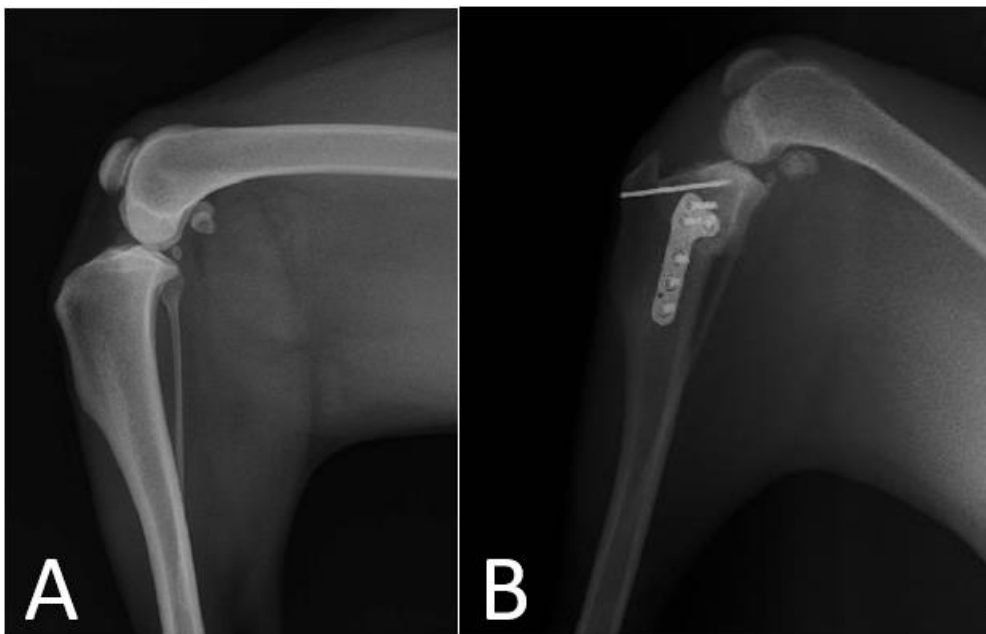
Anamnéza: při závodech v pasení fena špatně došlápla a začala akutně kulhat na levou pánevní končetinu.

Diagnóza: ruptura předního zkříženého vazy na levé pánevní končetině.

Průběh veterinárního ošetření: Při vyšetření veterinárním lékařem fena levou pánevní končetinu nadlehčuje, při chůzi končetinu nepoužívá, palpačně levý kolenní kloub bolestivý, ale oba kolenní klouby bez otoků. Manuálně provedený zásuvkový test byl pozitivní. Veterinárním lékařem bylo doporučeno provedení chirurgického zákroku ruptury předního zkříženého vazy pomocí metody TTA (Tibial Tuberosity Advancement) nebo TPLO (Tibial Plateau Leveling Osteotomy). Byly nasazeny nesteroidní antiflogistika Cimalgex 80 mg v dávce ½ tablety denně, také bylo doporučeno podávat chondroprotektiva jako doplněk stravy.

Chirurgický zákrok: V den chirurgického zákroku byl na veterinárním pracovišti proveden předoperační RTG snímek (obr. 25 A). V kolením kloubu nebyly nalezeny žádné osteoartrotické změny. Přístup k proximální *tibii* byl přes mediální stranu končetiny. Předoperační úhel *tibiálního plató* byl 24°. Během chirurgického zákroku byla použita pila o průměru 21 mm, stabilizace osteotomie byla provedena uzamykatelnou titanovou dlahou velikosti 46 a uzamykatelnými titanovými šrouby o průměru 2,7 mm a pomocí Kirchnerova drátu. Výsledný pooperační úhel *tibiálního plató* byl 5,2°. Na obr. 25 (B) je zobrazen

pooperační RTG snímek. Pooperační domácí péče zahrnovala podávání antibiotik Synulox 500 mg v dávce 1 – 0 – 1, dodržování skriktního klidového režimu, venčení na vodítku a následnou fyzioterapii dle protokolu stanoveným veterinárním lékařem.



Obr. 25 (A) Předoperační RTG snímek postižené končetiny. (B) Pooperační RTG snímek osteotomie. Osteotomie je stabilizována pomocí titanové dlahy se šrouby a fixována pomocí Kirchnerova drátu (Zdroj Pavlína Jeřábková).

Kontrola u veterinárního lékaře proběhla dvanáct týdnů po chirurgickém zákroku, kdy bylo provedeno pouze ortopedické vyšetření, RTG snímky provedeny nebyly. Rehabilitační plán byl dodržen pod dohledem certifikovaného fyzioterapeuta a bylo doporučeno nadále v rehabilitaci pokračovat. Dle majitele fena končetinu již běžně používá a není omezoována v práci na farmě.

4 Závěr

Přední zkřížený vaz je anatomicky a funkčně komplexní kloubní struktura. Navzdory široké škále operačních technik a postupů stále chybí chirurgická technika, která napomáhá návratu k předchozí úrovni funkce končetiny po opravě ruptury LCC.

Pokud dojde k poškození předního zkříženého vazů, ať traumatického nebo degenerativního původu, je nutné včas vyhledat veterinárního lékaře, nejlépe specializovaného veterinárního ortopeda, který stanoví diagnózu a navrhne nejlepší způsob terapie s ohledem na morfologii kolenního kloubu, věk a velikost psa, a také s ohledem na finanční možnosti majitele psa.

Chirurgická metoda TPLO je důležitá stabilizační technika s krátkodobými i dlouhodobými příznivými výsledky u psů jak velkých a obřích plemen, tak středních a malých plemen. Metoda TPLO umožňuje veterinářům a majitelům domácích mazlíčků nejlepší možný návrat k normálnímu každodennímu životu.

Po chirurgickém zákroku je doporučeno věnovat psovi dostatečný čas na zotavení a regeneraci a spolu s vyškoleným fyzioterapeutem sestavit plán rehabilitačního cvičení, který umožní psovi vrátit se v dostatečně dlouhém časovém období zpět do kondice a do běžného života.

5 Seznam literary

Adams ME, Muir H. 1981. The glykosaminoglycans of canine menisci. *Biochemical Journal* **197**(2):385-389.

Aguado CIS, Ramos-Pla JJ, Soler C, Segarra S, Moratalla V, Redondo JI. 2021. Effects of Oral Hyaluronic Acid Administration in Dogs Following Tibial Tuberosity Advancement Surgery for Cranial Cruciate Ligament Injury. *Animals* **11**(5):1264.

Alkan Z, Bumin A, Temizsoylu D, Sarierler M. 2001. Clinical and experimental arthroscopy, arthrography and direct radiography for the diagnosis of canine stifle joint disorders. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences* **25**(1):57-64.

Andrews SHJ, Adesida AB, Abusara Z, Shrive NG. 2017. Current concepts on structure – function relationships in the menisci. *Connective Tissue Research* **58**(3-4):271-281.

Arcand MA, Rhalmi S, Rivard C-H. 2000. Quantification of mechanoreceptors in the canine anterior cruciate ligament. *International Orthopedic* **24**(5):272-275.

Arnoczky SP, Marshall JL, Joseph A, Jahre C, Yoshioka M. 1980. Meniscal diffusion-An Experimental Study in the Dog. *Orthopaedic Research Society* **5**:42.

Arnoczky SP, Marshall JL. 1977. The cruciate ligaments of the canine stifle: anatomical and function analysis. *American Journal Veterinary Research* **38**(11):1807-1814.

Baird AEG, Carter SD, Innes JF, Ollier W, Short A. 2014. Genome-wide association study identifies genomic regions of association for cruciate ligament rupture in Newfoundland dogs. *Animal Genetics* **45**(4):542-549.

Bardet JF. 1999. Arthroscopic descriptive anatomy of the stifle joint in dogs. *Pratique medicale et chirurgicale de l animal de compagnie* **34**(4):513-522.

Benjamin M, Ralhps JR. 1997. Tendons and ligaments – an overview. *Histology and histopathology* **12**(4):1135-1144.

Boudrieau RJ. 2009. Tibial Plateau Leveling Osteotomy or Tibial Tuberosity Advancement?. *Veterinary Surgery* **38**(1):1-22.

Bray RC, Salo PT, Lo IK, Ackermann P, Rattner JB, Hart DA. 2005. Normal ligament structure, physiology and function. *Sports medicine and arthroscopy review* **13**(3):127-135.

Bruce WJ, Rose A, Tuke J, Robins GM. 2007. Evaluation of the Triple Tibial Osteotomy. A new technique for the management of the canine cruciate-deficient stifle. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* **20**(3):159-168.

- Brunel L, Etchepareborde S, Barthelemy N, Farnir F, Balligand M. 2013. Mechanical testing of a new osteotomy design for tibial tuberosity advancement using the Modified Maquet Technique. *Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology* **26**(1):47-53.
- Carpenter Jr. DH, Cooper RC. 2000. Mini Review of Canine Stifle Joint Anatomy. *Anatomy Histology Embryology* **29**(6):321-329.
- Cook JL. 2010. Cranial Cruciate Ligament Disease in Dogs: Biology versus Biomechanics. *Veterinary Surgery* **39**(3):270-277.
- Cook S, Conzemius MG, McCue ME, Ekenstedt KJ. 2020. SNP – based heritability and genetic architecture of cranial cruciate ligament rupture in Labrador Retrievers. *Animal Genetics* **51**(5):824-828.
- Cosenza G, Reif U, Martini FM. 2015. Tibial plateau levelling osteotomy in 69 small breed dogs using conically coupled 1.9/2.5 mm locking plates A clinical and radiographic retrospective assessment. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* **28**(5):347-354.
- Černý H. 2002. *Veterinární anatomie pro studium a praxi*. Noviko, Brno.
- De Rooster H, De Bruin T, Van Bree H. 2006. Morphologic and functional features of the canine cruciate ligaments. *Veterinary Surgery* **35**(8):769-780.
- De Rooster H, Van Ryssen B, van Bree H. 1998. Diagnosis of cranial cruciate ligament injury in dogs by tibial compression radiography. *Veterinary Record* **142**(14):366-368.
- Duval JM, Budsberg SC, Flo GL, Sammarco JL. 1999. Breed, sex, and body weight as risk factors for rupture of the cranial cruciate ligament in young dogs. *Journal Of the American Veterinary Medical Association* **215**(6):811-814.
- Evans HE, de Lahunta A. 2017. *Guide to the dissection of the dog*. Elsevier, St. Louis.
- Eyre DR, Wu JJ. 1983. Collagen of fibrocartilage: a distinctive molecular phenotype in bovine meniscus. *FEBS Letter* **158**(2):265-270.
- Fazio CG, Muir P, Schaefer SL, Waller KR. 2018. Accuracy of 3 Tesla magnetic resonance imaging using detection of fibre loss and a visual analog scale for diagnosing partial and complete cranial cruciate ligament ruptures in dogs. *Veterinary radiology & ultrasound* **59**(1):64-78.
- Fossum TW. 2013. *Small animal surgery*. Elsevier, St. Louis.

Frey TN, Hoelzler MG, Scavelli TD, Fulcher RP, Bastian RP. 2010. Risk factors for surgical site infection-inflammation in dogs undergoing surgery for rupture of the cranial cruciate ligament: 902 cases (2005-2006). *Journal of the American Veterinary Medical Association* **236**(1):88-94.

Grim M, Druga R. 2001. *Základy anatomie*. Karolinum, Praha.

Han S, Cbeon H, Cho H, Kim J, Kang JH, Yang MP, Lee Y, Lee H, Chang D. 2008. Evaluation of partial cranial cruciate ligament rupture with positive contrast computed tomographic arthrography in dogs. *Journal of Veterinary Science* **9**(4):395-400.

Hayes JS, Richards RG. 2010. The use of titanium and stainless steel in fracture fixation. *Expert Review of Medical Devices* **7**(6):843-853.

Heffron LE, Campbell JR. 1978. Morphology, histology and functional-anatomy of the canine cranial cruciate ligament. *Veterinary Record* **102**(13):280-283.

Henrotin Y, Sanchez C, Balligand M. 2005. Pharmaceutical and nutraceutical management of canine osteoarthritis: Present and future perspectives. *Veterinary Journal* **170**(1):113-123.

Hnízdo J, Pomahač O. 2021. TPLO u psů s hmotností nad 50 kg – aplikace nového implantátu u prvních 50 pacientů. *Veterinární klinika* **18**:214-224.

Hnízdo J. 2017. Čtyři techniky alterující geometrii v kolenním kloubu u malých plemen psů (<10 kg). *Veterinářství* **67**(12):915-930.

Hulse DA, Shires PK. 1983. The meniscus: anatomy, function and treatment. *Compendium on Continuing Education for Practising Veterinarian* **5**(9):765-774.

Innes JF, Costello M, Barr FJ, Rudorf H, Barr ARS. 2004. Radiographic progression of osteoarthritis of the canine stifle joint: A prospective study. *Veterinary Radiology & Ultrasound* **45**(2):143-148.

Jandi AS, Schulman AJ. 2007. Incidence of motion loss of the stifle joint in dogs with naturally occurring cranial cruciate ligament rupture surgically treated with tibial plateau leveling osteotomy: Longitudinal clinical study of 412 cases. *Veterinary Surgery* **36**(2):114-121.

Jerram RM, Walker AM. 2003. Cranial cruciate ligament injury in the dog: pathophysiology, diagnosis and treatment. *New Zealand Veterinary Journal* **51**(4):149-158.

Johnson KA, Francis DJ, Manley PA, Chu Q, Caterson B. 2004. Comparison of the effects of caudal pole hemi-menisectomy and complete medial menisectomy in the canine stifle joint. *American Journal of Veterinary Research* **65**(8):1053-1060.

- Kaya U, Sengoz Sirin O, Bumin A, Sirin YS. 2013. The Use and Interpretation of Tibial Plateau Leveling Osteotomy (TPLO) in Dogs in Cranial Cruciate Ligament Lesions. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi* **19**(6):935-941.
- Kim SE, Jones SC, Lewis DD, Banks SA, Conrad BP, Tremolada G, Abbasi AZ, Coggeshall JD, Pozzi A. 2015. In-vivo free-dimensional knee kinematics during daily activities in dogs. *Journal Orthopedic Research* **33**(11):1603-1610.
- Kim SE, Lewis DD, Pozzi A, Seibert RL, Winter MD. 2011. Radiographic quantitative assessment of cranial tibial subluxation before and after tibial plateau leveling osteotomy in dogs. *American Journal of Veterinary Research* **72**(3):410-416.
- Kim SE, Pozzi A, Kowaleski MP, Lewis DD. 2008. Tibial osteotomies for cranial cruciate ligament insufficiency in dogs. *Veterinary Surgery* **37**(2):111-125.
- Klein BG. 2013. *Cunningham's text book of veterinary physiology*. Elsevier, St. Louis.
- Knebel J, Meyer-Lindenberg A. 2014. Aetiology, pathogenesis, diagnostics and therapy of cranial cruciate ligament rupture in dogs. *TIERAERZTLICHE PRAXIS AUSGABE KLEINTIERE HEIMTIERE* **42**(1):36-47.
- König, HE, Liebich HG. 2002. *Anatomie domácích savců 2. díl*. H & H Bratislava, Bratislava.
- König, HE, Liebich HG. 2003. *Anatomie domácích savců 1. díl*. H & H Bratislava, Bratislava.
- Kowaleski MP, Boudrieau RJ, Beale BS, Piras A, Hulse D, Johnson KA. 2013. Radiographic Outcome and Complications of Tibial Plateau Leveling Osteotomy Stabilized With an Anatomically Contoured Locking Bone Plate. *Veterinary Surgery* **42**(7):847-852.
- Krotscheck U, Thompson MS, Ryan KK, Mohammed HO. 2012. Comparison of TPA, Bone Healing, and Intra-articular Screw Placement using Conventional Nonlocked Application of Surgeon-Contoured versus Locked Application of Precontoured TPLO Plates in Dogs. *Veterinary Surgery* **41**(8):931-937.
- Lafaver S, Miller NA, Stubbs WP, Taylor RA, Boudrieau RJ. 2007. Tibial tuberosity advancement for stabilization of canine cranial cruciate ligament-deficient stifle joint: Surgical technique, early results, and complications in 101 dogs. *Veterinary Surgery* **36**(6):573-586.
- Lans C. 2019. Do recent research studies validate the medicinal plants used in British Columbia, Canada for pet diseases and wild animals taken into temporary care?. *Journal of Ethnopharmacology* **236**:366-392.

- Le Graverand MPH, Ou Y, Schield-Yee T, Barclay L, Hart D, Natsume T, Rattner JB. 2001. The cells of the rabbit meniscus: their arrangement, interrelationship, morphological variations and cytoarchitecture. *Journal of Anatomy* **198**(5):525-535.
- Lewis DD, Parker RB, Bloomberg MS. 1998. Ortopedie malých zvířat: barevný přehled s vyhodnocením. *Medicus veterinarius*, Plzeň.
- Linhorst E, Vail TP, Guilak F, Wang H, Setton LA, Vilim V, Kraus VB. 2000. Longitudinal characterization of synovial fluid biomarkers in the canine meniscectomy model of osteoarthritis. *Journal of Orthopaedic Research* **18**(2):269-280.
- Martig S, Konar M, Schmokel HG, Rytz U, Spreng D, Scheidegger J, Hohl B, Kircher PR, Boisclair J, Lang J. 2006. Low-field MRI and arthroscopy of meniscal lesions in ten dogs with experimentally induced cranial cruciate ligament insufficiency. *Veterinary radiology & ultrasound* **47**(6):515-522.
- Millis D, Levine D. 2014. *Canine rehabilitation and physical therapy*. Elsevier, St. Louis.
- Monk ML, Preston CA, McGowan CM. 2006. Effects of early intensive postoperative physiotherapy on limb function after tibial plateau leveling osteotomy in dogs with deficiency of the cranial cruciate ligament. *American Journal of Veterinary Research* **67**(3):529-536.
- Muir P, Schwartz Z, Malek S, Kreines A, Cabrera SY, Buote NJ, Bleedorn JA, Schaefer SL, Holzman G, Hao ZL. 2011. Contralateral Cruciate Survival in Dogs with Unilateral Non-Contact Cranial Cruciate Ligament Rupture. *PLOS ONE* **6**(10):e25331.
DOI:10.1371/journal.pone.0025331
- Muir P. 2010. *Advances in the canine cranial cruciate ligament*. ACVS Foundation, Ames.
- Muir P. 2018. *Advances in the canine cranial cruciate ligament*. ACVS Foundation, Hoboken.
- Najbrt R, Bednář K, Červený Č, Kaman J, Mikyska E, Štarha O. 1982. *Veterinární anatomie 2*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Najbrt R, Červený Č, Kaman J, Mikyska E, Štarha O, Štěrbá O. 1980. *Veterinární anatomie 1*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Nanda A, Hans EC. 2019. Tibial Plateau Leveling Osteotomy for Cranial Cruciate Ligament Rupture in Canines: Patient Selection and Reported Outcomes. *Veterinary Medicine – Research and Reports* **10**:249-255.
- Nečas A, Griffon DJ, Proks P. 2008. *Nové poznatky v diagnostice a léčbě nemocí kloubů*. VFU Brno, Brno.

- O'Connor BL, Woodbury P. 1982. The primary articular nerves to the dogs knee. *Journal of Anatomy* **134**:563-572.
- Oda SGS, Souza ANA, Pereira CAM, Escobar ASA, Tartarunas AC, Matera JM. 2016. Biomechanical evaluation of two extracapsular techniques for cranial cruciate ligament reconstruction in cadaver dogs. *Semina-ciencias Agrarias* **37**(3):1327-1335.
- Peris SC, Reviriego RL, Köstlin R, Vérez-Fraguela JL, Sánchez Margallo FM, Sánchez Fernández J, Bonafonte DC. 2014. 3D joint anatomy in dogs. Grupo Asis Biomedica S.L., Zaragoza.
- Podadera J, Gavin P, Saveraid T, Hall E, Chau J, Makara M. 2014. Effects of stifle flexion angle and scan plane on visibility of the normal canine cranial cruciate ligament using low-field magnetic resonance imaging. *Veterinary radiology & ultrasound* **55**(4):407-413.
- Pozzi A, Kowaleski MP, Apelt D, Meadows C, Andrews CM, Johnson KA. 2006. Effect of medial meniscal release on tibial translation after tibial plateau leveling osteotomy. *Veterinary Surgery* **35**(5):486-494.
- Rexing J, Dunning D, Siegel AM, Knap K, Werbe B. 2010. Effects of Cold Compression, Bandaging, and Microcurrent Electrical Therapy after Cranial Cruciate Ligament Repair in Dogs. *Veterinary Surgery* **39**(1):54-58.
- Robertson J, Mead A. 2013. *Physical Therapy and Massage for the Dog*. Manson Publishing Ltd, London.
- Samii FV, Dyce J. 2004. Computed tomographic arthrography of the normal canine stifle. *Veterinary Radiology & Ultrasound* **45**(5):402-406.
- Sandberg GS, Torres BT, Budsberg SC. 2020. Review of kinematic analysis in dogs. *Veterinary Surgery* **49**(6):1088-1098.
- Saunders JH, Van der Vekens E. 2009. Ultrasonography of the Canine and Equine Stifle Joint – Correlation with Humans. *Ultrasound* **17**(4):204-2013.
- Singh B. 2018. *Dyce, Sack and Wensing's textbook of veterinary anatomy*. Elsevier, St. Louis.
- Slocum B, Devine T. 1984. Cranial Tibial Wedge Osteotomy: a technique for eliminating cranial tibial thrust in cranial cruciate ligament repair. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **184**(5):564-569.

- Smith KD, Vaughan-Thomas A, Spiller DG, Innes JF, Clegg PD, Comerford EJ. 2011. The organisation of elastin and fibrillins 1 and 2 in the cruciate ligament complex. *Journal of Anatomy* **218**(6):600-607.
- Soler M, Murciano J, Latorre R, Belda E, Rodriguez MJ, Agut A. 2007. Ultrasonographic, computed tomographic and magnetic resonance imaging anatomy of the normal canine stifle joint. *Veterinary Journal* **174**(2):351-361.
- Sturtz R, Asprea L. 2012. *Anatomy and physiology for veterinary technicians and nurses: a clinical approach*. John Wiley&Sons, Inc., Iowa.
- Ševčík K, Karaffová V, Hluchý M, Ševčíková M, Ševčíková Z, Ledecký V. 2022. Relationship of mRNA Expression of Selected Genes in Peripheral Blood and Synovial Fluid in Cranial Cruciate Ligament Deficient Stifles of Dogs. *Animals* **12**(6):754.
- Taylor-Brown F, Lamb CR, Tivers MS, Li A. 2014. Magnetic resonance imaging for detection of late meniscal tears in dogs following tibial tuberosity advancement for treatment of cranial cruciate ligament injury. *Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology* **27**(2):141-146.
- Thompson AM, Bergh MS, Wang C, Wells K. 2011. Tibial plateau levelling osteotomy implant removal: A retrospective analysis of 129 cases. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* **24**(6):450-456.
- TPLO INFO™. 2022. TPLO Surgery 6 Step Overview. Available from: <https://tploinfo.com/6-steps/step-3-diagnosis/> (accessed December 2022).
- Troy JR, Bergh MS. 2015. Development and Efficacy of a Canine Pelvic Limb Model Used to Teach the Cranial Drawer and Tibial Compression Tests in the Stifle Joint. *Journal Of Veterinary Medical Education* **42**(2):127-132.
- Vasseur PB, Arnoczky SP. 1981. Collateral ligaments of the canine stifle joint: anatomic and function-analysis. *American Journal of Veterinary Research* **42**(7):1133-1137.
- Witsberger TH, Villamil JA, Schultz LG, Hahn AW, Cook JL. 2008. Prevalence of and risk factors for hip dysplasia and cranial cruciate ligament deficiency in dogs. *Journal Of the American Veterinary Medical Association* **232**(12):1818-1824.
- Woodbridge N, Corr SA, Grierson J, Arthurs G. 2011. A retrospective study of tibial plateau translation following tibial plateau levelling osteotomy stabilisation using three different plate types. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* **24**(6):445-449.

6 Seznam použitých zkratek a symbolů

a. arteria (Tepna)

CCWO closing cranial wedge osteotomy

CT computed tomography (Počítačová tomografie)

HA hyaluron acid (Kyselina hyaluronová)

LC lateral condyle (Laterální kondyl)

LCC ligamentum cruciatum craniale (Přední zkřížený vaz)

LCP locking compression plate

ln. lymphonodus (Mízní uzlina)

m. musculus (Sval)

MRI magnetic resonance imaging (Magnetická rezonance)

n. nervus (Nerv)

NaCl sodium chloride (Chlorid sodný)

NSAID non-steroidal anti-inflammatory drugs (Nesteroidní antiflogistika)

PROM passive range of motion (Pasivní rozsah pohybu)

RTG rentgen

TPLO tibial plateau leveling osteotomy

TTA tibial tuberosity advancement

TTO triple tibial osteotomy (Trojitá *tibiální* osteotomie)

v. vena (Žíla)