

Použití metody Tibial Plateu Leveling Osteotomy jako řešení nestabilních kolenních kloubů po stabilizaci technikou Tibial Tuberosity Advancement

J. HNÍZDO, O. POMAHAČ
Animal Clinic, Praha

XXX,
XXX

SOUHRN

Hnízdo J., Pomahač O. **Použití metody Tibial Plateu Leveling Osteotomy jako řešení nestabilních kolenních kloubů po stabilizaci technikou Tibial Tuberosity Advancement.** Veterinářství 2020;70(11):637-646.

Článek popisuje sérii pěti pacientů operovaných kvůli ruptuře předního zkříženého vazy metodou Tibial Tuberosity Advancement (TTA 1, TTA Rapid a TTA X-Porous). Všichni pacienti vykazovali několik měsíců po zákroku vysoký stupeň kulhání a nápadnou perzistentní kranální instabilitu. Všechna TTA kromě jednoho vykazovala podkorigovaný posun (deficit 5–8 mm). U všech pacientů bylo zjištěno intraoperačně poranění kaudálního rohu mediálního menisku. Stabilizace kloubů byla provedena metodou Tibial Plateu Leveling Osteotomy, při zachování většiny TTA implantátů. Závažnou pooperační komplikaci prodělal pouze jeden pacient, u kterého byla současně provedena hemiartroplastika (Patella Groove Replacement). Několik měsíců po zákroku došlo k luxaci PGR implantátu, který byl následně vyměněn. Tato komplikace není dána do souvislosti s provedenou stabilizací. K dalším komplikacím nedošlo, všichni pacienti vykazovali pooperačně negativní tibiální kompresní test, ve všech případech kulhání vymizelo (sledováno 4–16 měsíců po zákroku). U všech pacientů došlo ke korekci sklonu tibiálního plátů na mezi 5° a 8° a ke kompenzaci chybějícího advancementu po TTA (úhel patelárního vazy 86–90°). V diskuzi jsou prezentovány dosavadní poznatky ohledně komplikací spojených s TTA a prevalenci a relevanci perzistentní instability. Zde aplikované řešení pěti případů představuje první popsanou možnost revize TTA metodou TPLO a její střednědobé výsledky. Technika se jeví jako aplikovatelná a reprodukovatelná a dosavadní klinické výsledky jsou povzbuzující.

SUMMARY

Hnízdo J., Pomahač O. **Application of Tibial Plateu Leveling Osteotomy for the treatment of unstable stifle joints treated with Tibial Tuberosity Advancement.** Veterinářství 2020;70(11):637-646.

The article describes a series of five patients operated primary for anterior cruciate ligament rupture with Tibial Tuberosity Advancement (TTA 1, TTA Rapid and TTA X-Porous) techniques. All dogs were presented with persistent postoperative lameness and had marked persistent cranial instability a few months after primary surgery. All but one TTA's had an under-corrected advancement (range 5–8 mm deficit). Intraoperatively, injury to the caudal horn of the medial meniscus was confirmed in all patients. Stabilization of the joints was performed by the Tibial Plateu Leveling Osteotomy technique, while maintaining most of the TTA implants in situ. Only one patient that underwent also a hemiarthroplasty (Patella Groove Replacement) experienced a relevant complication. Seven months postoperatively, the PGR implant was luxated due to a broken peg of the groove implant and was replaced with a larger implant during revision. This complication was not considered to be related to the stabilization method performed. There were no other complications in the studied group, cranial tibial thrust was eliminated in all joints, with all patients being lame free at time of writing (follow up 4–16 months). The postoperative tibial plateau angle has been leveled to 5 to 8 in all cases and which compensated also for the TTA advancement deficit (corrected patella tendon angle 86–90°). The discussion presents current published information about the complications associated with TTA and the prevalence and relevance of persistent instability. The solution of five cases applied in this case series represents the first published approach to revision of unstable TTA cases with the TPLO technique and presents its mid-term results. The technique appears to be applicable and reproducible, and the clinical results to date are so far encouraging.

Úvod

Onemocnění předního zkříženého vazů (*cranial cruciate ligament CCL*) je častou příčinou kulhání u psů všech velikostních kategorií.^{1,2} Ztráta funkčního CCL vede v zátěži končetiny k instabilitě kolenního kloubu, vyvolanou kraniálně směřovanou tibio-femorální střížnou silou.¹⁻³ Tato instabilita ústí v progresivní disfunkci kloubu a rozvoji následných degenerativních změn. Tradiční stabilizační techniky extrakapsulární náhrady vazů poměrně často selhávají a vedou k výrazné progresi osteoartrótických (OA) změn. Platí to bez ohledu na aplikované materiály s odlišnými mechanickými vlastnostmi nebo samotnou techniku provedení i při dodržení přibližné isometrie implantátu vůči původnímu CCL.⁴⁻⁸ Techniky alterujících geometrií v kolenním kloubu, jako je Tibial Plateau Leveling Osteotomy (TPLO), Tibial Tuberosity Advancement (TTA), CORA based leveling osteotomy (CBLO) nebo vzácněji Cranial Closing Wedge Osteotomy (CCWO) či Triple Tibial Osteotomy (TTO) jsou v současnosti preferovány při řešení onemocnění CCL.^{1,10-22} Ohledně CBLO, CCWO a TTO existuje pouze omezené množství relevantních publikací.^{10,23,24} Oproti tomu je evidence účinnosti v případě TPLO a TTA stále větší.^{22,26-35} Některé publikované ex-vivo studie hodnotí dopady TTA na rozložení sil na kontaktní plochy v kolenním kloubu pozitivně, tyto studie ovšem nelze zřejmě neomezeně přenášet na in-vivo situaci.^{14,31-35}

Recentní publikace prokázaly dlouhodobě větší úspěšnost s mírnější progresí OA a téměř fyziologickou funkcí končetiny po TPLO oproti TTA.^{15,16,22,28,29} Podle některých menších studií tento rozdíl úspěšnosti ovšem není signifikantní.³⁶ Navíc není dosud jasné, zda lze srovnávat výsledky různých TTA metod všeobecně, nebo zda je nutno rozlišovat technické modifikace této metody, které jsou v současnosti na trhu.³⁶⁻³⁷ Většina z TTA modifikací byla totiž studována jen s krátkodobým sledováním a na malých počtech pacientů, případně dosud nebyla v literatuře řádně popsána vůbec.³⁶⁻³⁸

Komparativní studie prokázaly u psů nad 50 kg hmotnosti vyšší procento komplikací u TPLO (28%) oproti TTA (19%), nápadný byl zvláště vyšší podíl infekcí (surgical site infection = SSI) po TPLO (26%) vs TTA (15%).³⁹⁻⁴³ U malých plemen tomu je dle dosavadních výsledků zřejmě opačně.⁴⁴⁻⁴⁹ S nástupem úhlově stabilních implantátů se procento komplikací spojených s SSI po TPLO navíc celkově snížilo.⁴⁸ Nedávno publikovaná systematická analýza literatury provedena kolektivem Beer et al. prokázala statisticky o něco vyšší celkové procento uváděných relevantních komplikací po TTA než TPLO (15 % TPLO vs 21 % TTA).¹⁶

Poměrně častou komplikací po TTA je reziduální instabilita (RI) v kloubu, která je většinou definována jako pozitivní pooperační kompresní test (pozitivní *cranial tibial thrust CTT*).^{16,35} Pozitivní pooperační CTT vede k progresi OA a poměrně často k sekundárnímu poranění mediálního menisku (*late meniscus tear = LMT*).^{14,50-54} Beer et al. zjistili při analýze dat z literatury pozitivní pooperační CTT jako klinicky relevantní komplikaci u 0,3 % kloubů po TPLO (celkem 1565 kloubů) oproti

tomu u 14 % po TTA (231 kloubů).¹⁶ Prevalence pozdního poranění menisku po TTA není dosud jasná, protože jsou do většiny relevantních retrospektivních studií zahrnuty velké počty případů, u kterých bylo současně provedeno profylaktické uvolnění menisku (*meniscus release*). Některé studie uvádí prevalenci LMT 5–28 %.^{12,16,33,36,39} Pravděpodobně je toto číslo v praxi dokonce výrazně vyšší. Oproti tomu prokázaly velké retrospektivní studie v případě TPLO prevalence LMT mezi 2–5 %.^{25,52} Perzistentní kraniální instabilitu je nutno klinicky odlišit od fenoménu *pivot shift* (PSP), kde dochází k subluxaci spojené s interní rotací tibie.^{25,56} Tento fenomén je pozorován ojediněle u pacientů po TPLO, autorovi není známa publikace popisující PSP následkem TTA.

Řešení pacientů s pozitivním CTT po TTA představuje technickou výzvu. I přes jasně dokumentovanou vysokou prevalenci RI po TTA, nebyla dosud v odborné literatuře řešení tohoto problému věnována de facto žádná pozornost. Extrakapsulární augmentace je málokdy úspěšná, navíc je obtížné respektovat „izometrické“ umístění implantátu v tibií po advancementu. Dosud neexistuje v odborné literatuře žádný popis řešení pacientů po TTA s přetrvávajícím CTT pomocí TPLO techniky přesto, že ji někteří ortopedičtí chirurgové již úspěšně aplikovali (T. Nicetto, A. Bonardi osobní sdělení). Následující článek prvně prezentuje sérii pěti takto řešených pacientů.

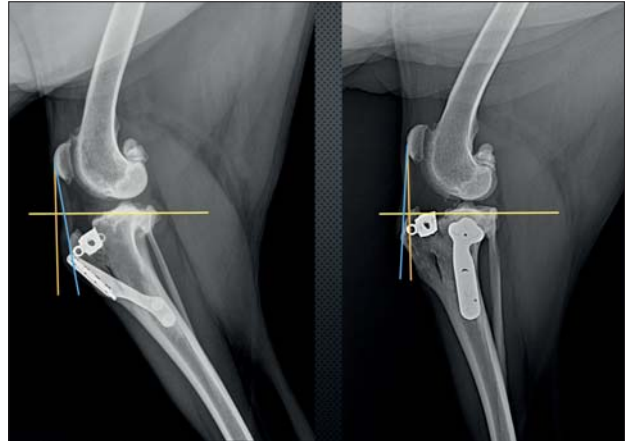
Materiál a metody

Do série případů bylo zahrnuto pět pacientů operovaných v období 2/2019 do 5/2020, kteří splňovali kritéria studie. Selekčním kritériem byla několik měsíců přetrvávající, závažná disfunkce kloubu po TTA s prokazatelnou kraniální instabilitou, bez dalších relevantních ortopedických komorbidit (např. luxace pately, angulární deformity atd.). Jednalo se o tři psy a dvě feny, plemen bernský salašnický pes (číslo 1 a 2), Cane Corso (č. 3), Český fousek (č. 4), Border kolie (č. 5), věku od 3 do 8 let, hmotnosti od 18 do 56 kg. Všichni pacienti byli anamnesticky operováni kvůli ruptuře CCL metodou TTA na jiných pracovištích. Doba od operace do prezentace na Animal Clinic byla v rozmezí od 3 měsíce do 7 měsíců. Systémy TTA aplikované u těchto pacientů byly TTA 1, Kyon CH (N=2), TTA ESY, Rita Leibinger DE, TTA Rapid, Rita Leibinger DE) a TTA X-Porous, Admaiora IT (obr. 1–10).

U všech pacientů bylo provedeno standardní klinické a ortopedické vyšetření, základní laboratorní vyšetření (krevní biochemie včetně C-reaktivního proteinu a hematologie). Ve dvou případech bylo navíc provedeno echokardiografické vyšetření. Všichni psi byli vyšetřeni rentgenologicky v sedaci (oba kolenní klouby ve standardních, ortogonálních projekcích) a byly vyloučeny další ortopedické komorbidity. U všech pacientů bylo provedeno cytologické a mikrobiologické vyšetření kloubního tihu odebraného z postiženého kolenního kloubu. Ve třech případech bylo provedeno CT vyšetření s aplikací kontrastní látky do postiženého kloubu.



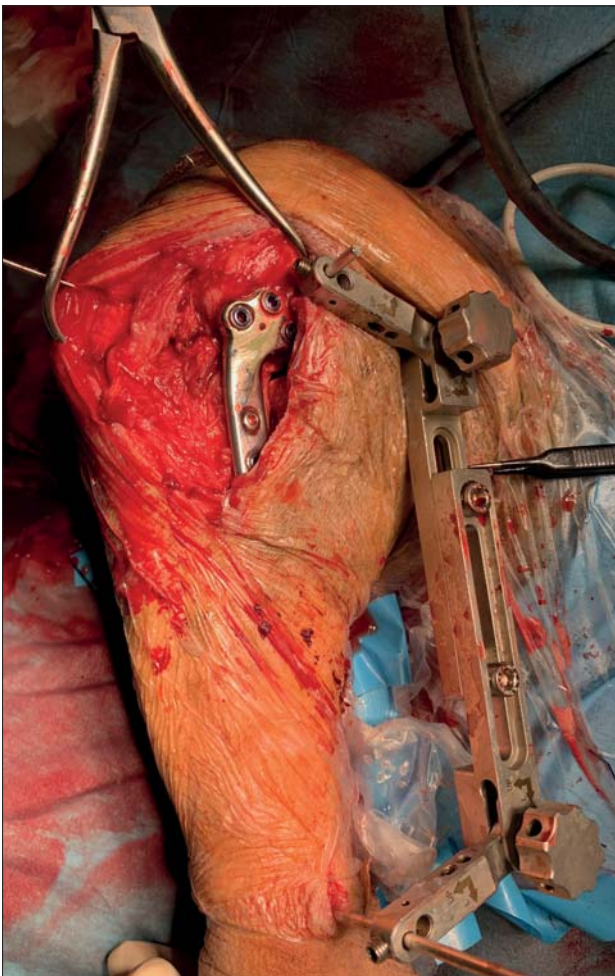
Obr. 1 – Pooperační RTG pac. 5, TTA 1, ploténka odstraněna



Obr. 3 – Srovnání TTA 1 / revize – deficitní advancement, pooperačně mírně překorigovaný posun (žlutě: tibialní plató, modře: inklinace patelárního vazy, oranžově: cílová inklinace PL)



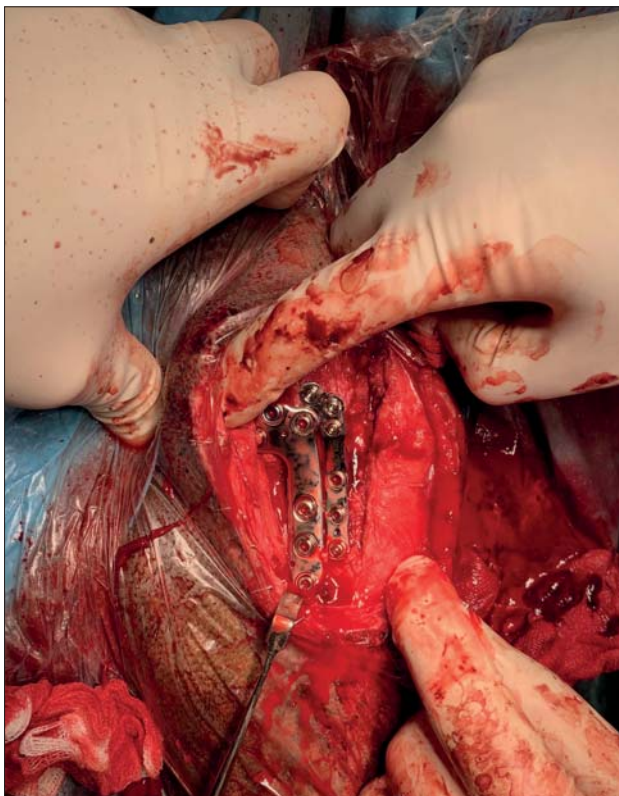
Obr. 4 – TTA X-Porous (pac. 2), několik měsíců po zákroku výrazná nitrokloubní efuze



Obr. 2 – Intraoperační situs pac. 2, osteotomie s TPLO jigem



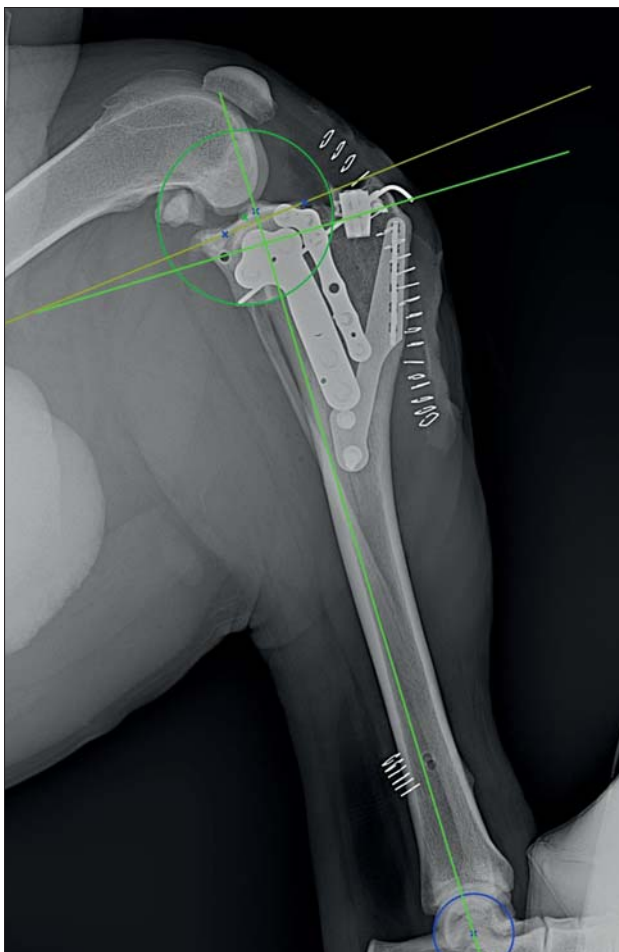
Obr. 5 – Stejný pacient po revizi



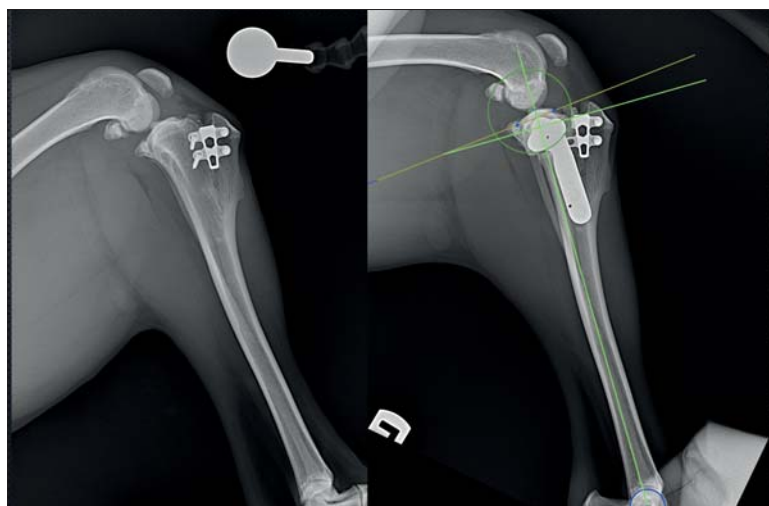
Obr. 6 – Operační situs pac. 3, dvojí dlahování



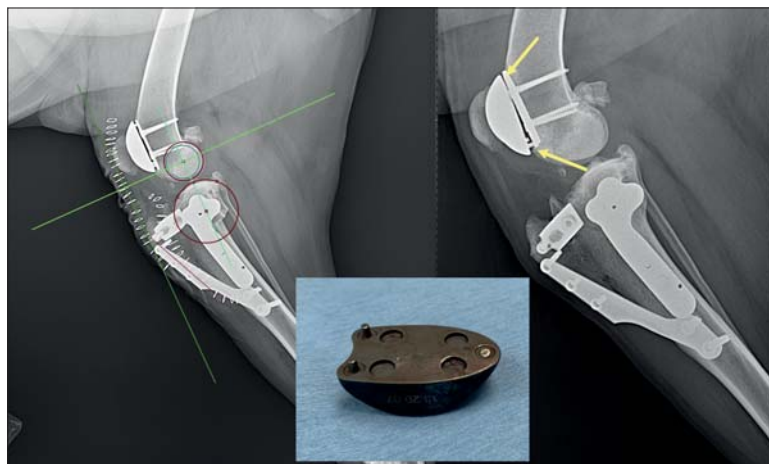
Obr. 8 – Pooperační RTG pac. 3 (a/p projekce)



Obr. 7 – Pooperační RTG pac. 3 – všechny implantáty ponechány in situ



Obr. 9 – TTA Rapid poddimenzované, pac. 4 před a po revizi – nápádná patella baja



Obr. 10 – Pac. 1 bezprostředně po první revizi TTA ESY – deficit advancementu kompenzovaný, luxace PGR implantátu 7 měsíců později (ulomený „peg“)



Obr. 11 – CT arthrografie dorzální rekonstrukce, patrná ztráta kontury mediálního menisku s plnicím defektem

(iohexol, Iomerol 350, 10 ml bolus IA - CT arthrografie) (obr. 11).

Předoperační nálezy

Většina pacientů ($n=4$) vykazovala vysoký stupeň kulhání (4–5/6). Jeden pacient byl prezentován s nižším stupněm kulhání (2–3/6) a progresivní svalovou atrofií po dobu posledních 6 měsíců. Ve všech případech byl zjištěn pozitivní sedací test (*sit-test*), palpačně náplň kolenního kloubu a výrazně pozitivní tibiální kompresní test. Ve dvou případech bylo registrováno ve flexi nápadné přeskakování v kloubu („klik sign“). U všech pacientů byla rentgenologicky potvrzena efuze v kolenním kloubu. Jeden pacient vykazoval vysoký stupeň degenerativních změn (5/5 grading dle Moore at al²⁹), u ostatních pacientů byly degenerativní změny nižšího stupně (2–3/5). Sklon tibiálního platá (Tibial Plateau Angle TPA) byl 20° (č. 4), 23° (č. 3), 25° (č. 5), 26° (č. 2) 29° (č. 1), žádný nebyl tedy hodnocen jako excesivní sklon >30°. U čtyř z pěti pacientů byl advancement *tuberositas tibiae* měřený ve fyziologické extenzi signifikantně poddimenzovaný, pouze u jednoho pacienta byl jen mírně poddimenzovaný. Deficit advancementu: 2 mm (č. 2), 5 mm (č. 4), 5 mm (č. 3), 6 mm (č. 5), 8 mm (č. 1). Pacient č. 4 vykazoval zhruba 30 % a pacient č. 2 zhruba 20 % distalizaci pately (iatrogenní *patella baja*) oproti zdravému kolennímu kloubu následkem použité metody (TTA Rapid, resp. TTA X-Porous), obr. 4 a 9. Žádný z pacientů nevykazoval klinicky relevantní tibiální či femorální angulární deformity. Mikrobiologická kultivace synovie byla ve všech případech negativní. CT arthrografie prokázala u dvou pacientů plnicí defekty v kaudálním rohu mediálního menisku (č. 2 a 5), v jednom případě navíc kraniální dislokaci části menisku (č. 4), obr. 11. U tří pacientů byla již anamnesticky provedena chirurgická stabilizace kontralaterálního kolenního kloubu z důvodu ruptury předního zkříženého vazy a to metodou TPLO (č. 3 a 5) a metodou TTA (č. 1).

Operační zákrok

U všech pacientů byla provedena revize kolenního kloubu. Ve čtyřech případech byla provedena mediální miniartrotomií, v jednom případě laterální artrotomií (č. 1). U všech pacientů bylo zjištěno podélné poranění kaudálního rohu mediálního menisku (*bucket handle tear*), ve dvou případech vícečetné (č. 2 a 4). Ve všech případech bylo provedeno ošetření poškozeného menisku parciální menisektomií. U jednoho pacienta (č. 1) byla provedena hemiartroplastika z důvodů vysokého stupně poškození kloubní plochy kladky stehenní kosti s plošnou eburnací subchondrální kosti (Outerbridge grade IV-V/V) a masivní OA (grade 4/5). Pro tento účel byla implantována titanová kladka ukotvená press-fit systémem do titanové destičky (takzv. base plate) fixované v kosti čtyřmi šrouby 2,4 mm (Patella Groove Replacement, Kyon, CH, velikost protézy číslo 7), obr. 10.

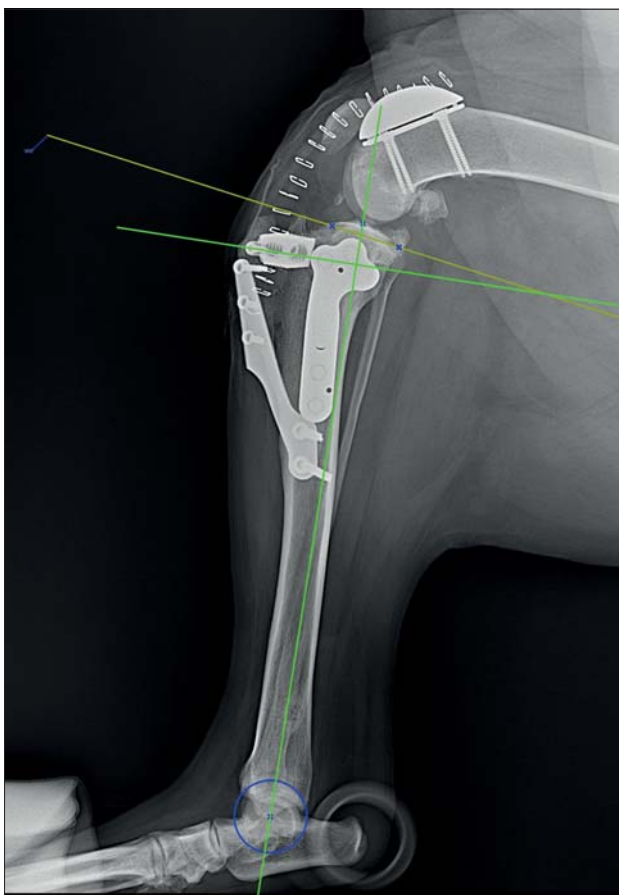
Mediální plocha proximální tibie byla standardně zpřístupněna. TPLO jig byl aplikován ve třech případech. Pomocí tenké jehly bylo identifikováno centrum rotace osteotomie v centru kolenního kloubu v místě kraniálního okraje mediálního kolaterálního vazy. Pomocí šablony korespondujícího průměru byl následně označen skalpelem na kosti plánovaný rádius osteotomie (18 mm (č. 5), 21 mm (č. 1, č. 4), 27 mm (č. 2), 30 mm (č. 3)). Explantace TTA ploténky a šroubů byla provedena u dvou pacientů (č. 2 a č. 5), částečná explantace šroubů TTA klíčky byla provedena u pacienta č. 3 a 4. Zbytek implantátů byl ponechán in situ. Osteotomie byla provedena standardní technikou a rotace segmentu byla dokončena pomocí rotačního hřebu 2.0 mm. Rotace byla stanovena dle rotační tabulky na TPLO s cílovým sklonem 6°. Temporální fixace rotovaného segmentu tenkým hřebem 1,2 mm zavedeným přes *tuberositas tibiae* byla možná ve čtyřech případech, pouze u pacienta č. 2 (X-Porous TTA) nebylo možné zavést temporální fixační hřeb skrz titanovou klíčku (obr. 5). Proto byl hřeb zaveden ventrálně od klíčky proximálně-kaudálním směrem. Pro fixaci osteotomie byla u čtyř pacientů použita anatomická TPLO ploténka (TPLO „Clover“ plate, Fixin Intrauma IT) velikosti „large“ a 3,5 mm šrouby (č. 1, 2, 4.) a velikosti „mini“ a 2,5 mm šrouby (č. 5), obr. 2. U pacienta č. 3 bylo z důvodů velikosti psa a nedostatku prostoru pro velký implantát zvoleno dvojí dlahování: TPLO Clover plate („large“, 4,0 mm šrouby) a ploténka na distální femorální osteotomii („mini“, 2,5 mm šrouby), obr. 6. Sutura byla provedena rutinně (polydioxanon 2-0, kožní stapler).

Medikace byla ve všech případech identická: perioperačně amoxicillin clavulanát 22 mg/kg IV, meloxicam 0,2mg SC, postoperačně morphin 0,3mg/kg SC a metamizol 20mg/kg IM. V dalších deseti dnech spočívala medikace v aplikaci amoxicillin clavulanátu (20 mg/kg BID PO) a meloxicamu (0,1 mg/kg SID PO). Prvních deset dní byla končetina chráněna semirigidním obvazem (*Soft cast*, 3M), aktivita byla omezena na krátké procházky na vodítku po dobu 6–8 týdnů. Fyzioterapie s akvaterapií 2–3x týdně byla u dvou pacientů zahájena 4. týden po zákroku (č. 1. a č. 3).

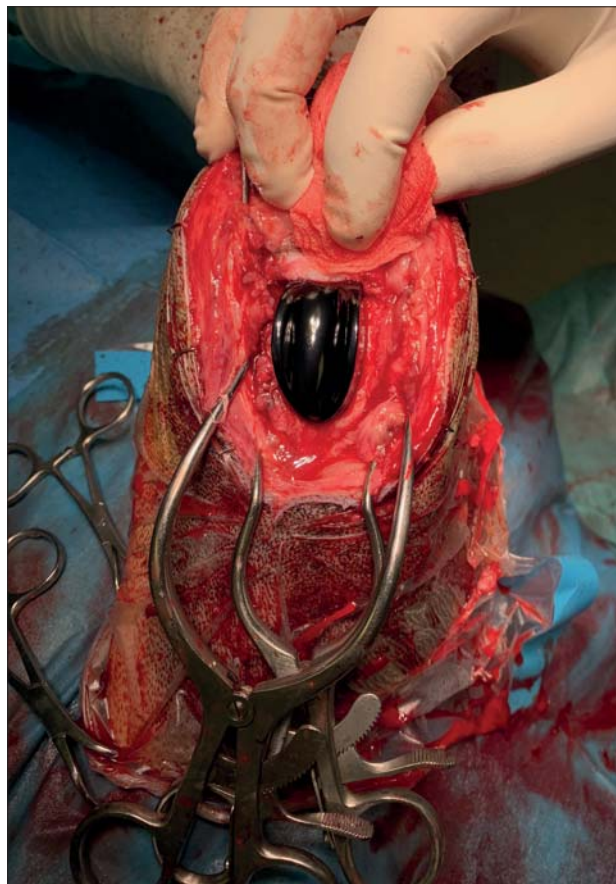
RTG kontroly byly realizovány ve všech případech v den operace, 4. až 6. týden po zákroku a následně pouze dle indikace. Ve všech případech byl dosažený pooperační TPA adekvátní (5° (č. 5), 6° (č. 3 a č. 4) 7° (č. 1), 8° (č. 2)). Úhel mezi tibiálním plató a dlouhým kolenním vazem (patella tendon angle PTA) ve fyziologické extenzi byl v případě tří pacientů (č. 1, 2, 4) 90°, v ostatních případech byl následkem změny sklonu advancementu dle očekávání mírně překorigovaný (PTA 86–88°), obr. 2. Centrum rotace osteotomie (Center of Rotation Angulation= CORA) bylo ve všech případech v předpokládaném místě v centru kolenního kloubu.

Komplikace

U pacienta č. 1 došlo 7 měsíců po zákroku následkem traumatu k akutnímu nástupu kulhání (5–6/6). Klinicky byla v místě umělé kladky zjištěna pseudokrepitace. Rentgenologicky byla potvrzena luxace PGR implantátu. Intraoperačně bylo zjištěno, že došlo ke zlomení proximálního fixačního čepu („peg“) implantátu (obr. 10). Implantát byl vyměněn za větší protézu (PGR velikost č. 8), obr. 12 a 13. Kontrolní mikrobiologická kultivace výtěru z kloubu byla negativní. Další průběh byl bez komplikací. Výrobce implantátu (Kyon, CH) nebyl schopen jednoznačně vysvětlit mechanismus selhání čepu, nejpravděpodobnější se jeví tupé trauma. Vliv pozice implantátu či změny angulace v kolenu na tento incident byl s velkou pravděpodobností vyloučen.



Obr. 12 – Pacient 1 po výměně PGR implantátu



Obr. 13 – Operační situs: revize luxovaného PGR implantátu

Kontrolní vyšetření a výsledky

Celková doba sledování pacientů byla po zákroku v rozmezí tři měsíce (pacient 2) až 15 měsíců (pacient 3). Druhý týden po zákroku vykazovala většina pacientů mírné až středně výrazné kulhání II-III stupně, pouze pacient č. 5 již de facto nekulhal (I/IV). Čtvrtý týden po zákroku bylo patrné kulhání I-II stupně pouze u pacienta č. 1, ostatní vykazovali chůzi nerozlišitelnou od normálu. U pacienta č. 1 vymizelo mírné kulhání v následujících dvou týdnech. Hybnost kloubu byla u všech pacientů fyziologická, tibiální kompresní test byl ve všech případech ihned po zákroku negativní. U všech pacientů bylo šestý týden po zákroku potvrzeno částečné nebo úplné zhojení osteotomie bez nálezu zpětného posunu („rock back“). U žádného z pacientů nedošlo k selhání TPLO implantátů. V současnosti žádný z pacientů viditelně nekulhá.

Diskuse

Metody alterující biomechaniku v CCL deficitním kolenním kloubu jsou dnes považovány za zlatý standard terapie, zvláště u velkých plemen psů.^{1,6,10,11,16,22} Metoda TTA byla zavedena na základě popisu Montavonem a Tepicem začátkem milénia v poměrně širokém rozsahu v praxích po celém světě a rychle následovaly různé technické modifikace původní TTA techniky.^{12-14,38} Hlavním důvodem popularity TTA je poměrně jednoduché technické provedení, relativně rychlá rekon-

valescence pacientů s dobrou následnou funkcí kloubu a nízké riziko relevantních komplikací.^{14,19,20,33,34} TPLO vychází z biomechanického modelu, který popsali Slocum a Devine koncem 80. tých let.^{50,51} Síla kraniálního tibiálního tahu (*cranial tibial thrust* (CTT) force) je střížnou silou, vznikající v kloubu během zátěže. Tato síla byla definována jako výsledný vektor z tibiální komprese a sklonu tibiálního platů (*tibial plateau slope* = TPS). Stabilitu kolenního kloubu udržuje synergismus mezi extenzory a flexory kolenního kloubu (stehenními svaly), silou CTT a pasivními prvky stabilizace (menisky, CCL). Síla CTT je závislá na kompresivní síle v kloubu a TPS. Podle Slocumova modelu je reaktivní kloubní síla (*joint reaction force* = JRF) vektor přibližně paralelní k mechanické ose tibie. Podle alternativního modelu Tepice a Montavona není JRF souběžná s mechanickou osou tibie, ale přibližně paralelní s dlouhým kolenním vazem.^{13,14,32,57} Podle Slocuma i podle Tepice je JRF rozřena do síly působící kolmo na tibiální plató (kompresivní síla – *joint compressive force* JCF) a kraniálně směřované střížné síly. Při TPLO dojde pomocí snížení sklonu TP k sjednocení směru JCF s JRF a tím k eliminaci střížné síly (*cranial tibial share force* = CTSF).⁵¹ Při TTA se se toho samého dosáhne, když se JCF stane paralelní s patelárním vazem. Dojde tak k neutralizaci kraniálně směřované střížné síly. Toho je dosaženo kranializací úponu dlouhého kolenního vazy tak, aby byl v extenzi úhel mezi osou dlouhého kolenního vazy a tibiálního plató 90° (*patella tendon angle* = PTA).¹³

Metoda TTA je tak na rozdíl od TPLO výrazně závislá na osvalení končetiny a vyvážení ko-aktivace flexorů a extenzorů kolenního kloubu. Zvláště u pacientů s pokročilou svalovou atrofií či neuromuskulárním deficitem může být stabilizace pomocí TTA proto nedostatečná. Navíc nemusí být u pacientů s větším TPA dostatečný TT posun anatomicky reálný. Všeobecně se považují pacienti s TPA nad 25° jako hraničně indikovaní na TTA, u jedinců se sklonem nad 28° je TTA prakticky kontraindikovaná.⁵⁸⁻⁶⁰ V naší skupině pacientů byl jeden případ vysloveně kontraindikovaný na TTA (pacient č. 1) a dva měli hraniční indikaci (č. 2 a č. 5). Častým důvodem komplikací a nižší úspěšnosti metody TTA je na základě zkušenosti autorů a podle publikovaných studií poddimenzovaný advancement a tím přetrvávající instabilita.^{60,61} Tato RI vede následně k selhání mediálního menisku (*late meniscus tear* = LMT). Signifikantní poškození mediálního menisku bylo zjištěno u všech zde prezentovaných pacientů. Někteří autoři zjistili přetrvávající instabilitu po TTA v 67–90 % případů, což je s ohledem na empiricky dobré klinické výsledky TTA překvapující a odporuje optimistickým výsledkům studií jiných autorů.^{32,34,35,62,63} Perzistentní instabilita po TTA byla dokumentována v různých publikacích in vivo pomocí uniplanární skioskopie na běhacím pásu, kinematické skioskopie, respektive rentgenologicky na stojícím pacientovi.^{35,63,63} Ve studii Raye et al. nebyla ovšem dokumentována korelace mezi RI a poddimenzovaným advancementem.⁶² Ve studii Skinnera et al. byl zjištěn poddimenzovaný posun pouze u třetiny studovaných psů, což nevysvětlovalo

autory zjištěnou RI u 70 % testovaných psů.⁶³ Autoři jiné publikace zjistili pomocí skioskopické kinematografické analýzy chůze pacientů signifikantní RI jak u pacientů s poddimenzovaným, tak u pacientů s adekvátním advancementem a to celkem u 90 % studovaných kolenních kloubů, ovšem na velice malém počtu zkoumaných pacientů.³⁵ Je evidentní, že v majoritě případů nemá tato perzistentní instabilita vliv na klinický výsledek zákroku. Bereme-li ovšem v potaz ve studiích uváděné procento klinicky relevantního pozitivního CTT po TTA okolo 15% a průměrnou prevalenci LMT okolo 15 % po TTA, jedná se přinejmenším o zajímavou korelaci.¹⁶ S těmito závěry současně kontrastuje studie Costa et al. Zde autoři nezmiňují perzistentní CTT u kohorty 1613 psů po TTA jakožto komplikaci totiž vůbec.³⁹ Důvodem je pravděpodobně metodika hodnocení komplikací a úspěšnosti zákroku.

Od perzistentního CTT je nutno odlišit *pivot shift phenomenon* (PSP), který byl poměrně vzácně dokumentován v literatuře jako reziduální *rotační* instabilita po TPLO.^{25,56} PSP dosud ovšem nebyl popsán u pacientů po TTA. Příčiny PSP jsou navíc málo objasněné. Zřejmě je rizikovým faktorem pro vznik PSP parciální /subtotální mediální menisektomie, angulární deformity a svalová atrofie končetiny.⁵⁶ V jediné publikované studii, která zmiňuje PSP jako komplikaci po TPLO byl tento nálezh pozorován u 4 % operovaných pacientů.²⁵ U žádného z našich pacientů nebyl potvrzen PSP.

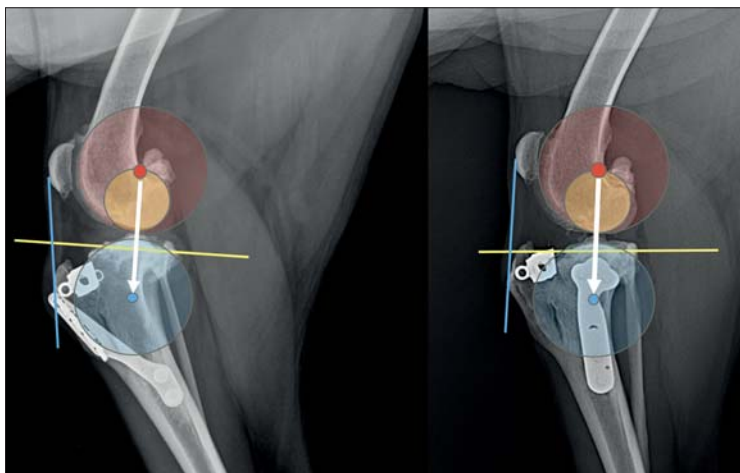
Důvodem pro poddimenzování advancementu a následnou perzistentní instabilitu, je často chyba v předoperačním plánování (odlišné metodiky měření, suboptimální polohování končetiny na RTG).^{59,60,64,66} Chybná indikace TTA při excesivním sklonu tibiálního plató a nemožnost dosažení odpovídajícího posunu existujícím implantátem vede rovněž k poddimenzování posunu *tuberositas tibiae*.⁶⁰ Samotná teorie Montavona a Tepice nebyla dosud vědecky zcela validována a zakládá se převážně na ex-vivo modelech.^{20,31-33} Někteří autoři se domnívají, že proto může být doporučovaný PTA 90° nedostačující nebo se může individuálně lišit dle morfologie tibie či postojového úhlu končetiny jednotlivého pacienta.⁶³ V současnosti existuje řada variací pro měření potřebného posunu, nejčastěji se používá metoda společné tečny (*common tangent*).^{59-61,65,66} U středně velkých psů do 15 kg je podle zkušeností autora této publikace hranice reálně dosažitelného advancementu zhruba 10,5 mm u velkých plemen (zhruba do 40 kg) asi 12 mm, u obřích plemen zhruba 15 mm. Větší posun buď není reálný kvůli disproporcii holenní kosti vůči implantátu, nebo kvůli neexistující velikosti odpovídající klíčky. Pakliže je přesto TTA provedeno, může vést k patologické hyperextenzi, v krajním případě k luxaci pately a tím spojenými závažnými dopady na funkci kloubu. Většina operátorů ovšem v této krajní situaci volí největší *reálně použitelnou* klíčku, s výsledným poddimenzovaným advancementem a rezultující RI. U systémů TTA, které zachovávají na distálním konci osteotomie „můstek“ dochází navíc při excesivní kranializaci *tuberositas tibiae* současně k signifikantní distalizaci česky

(*patella baja*), tak jak tomu bylo v případě pacienta č. 4. Klinická relevance tohoto distalizačního fenoménu zatím není jasná.

Krotschek et al. dokumentovali průměrný pooperační PTA od 89 do 101° (průměr 95,5°), což potvrzuje, že je podstatná část běžně prováděných TTA poddimenzovaná a nedosahuje požadovaný 90° PTA.²² Také v naší popsané skupině byla většina (n=4) poddimenzovaná. Přesto byl jeden pacient s adekvátním advancementem signifikantně instabilní. Všichni pacienti v naší studii vykazovali LMT, jakožto pravděpodobný následek instability.

V současnosti neexistuje podle informace autorů žádná publikace, která by popisovala chirurgické řešení pacientů s perzistentním CTT po TTA. Současně ani neexistují žádná doporučení výrobců TTA systémů, jak tento problém řešit. O to zarážející se jeví ve světle poměrně významné prevalence perzistentní instability po TTA. Korelace mezi RI a LMT je zjevná a je pravděpodobné, že u řady pacientů s LMT v praxi je tento problém ignorován a pouze se přistupuje k ošetření poškozeného menisku. Někteří chirurgové doplňují augmentaci extrakapsulární náhradou (Rovesti osobní sdělení).

Zde aplikovaná metoda TPLO vedla ve všech případech k velice dobrým klinickým výsledkům a prokazatelnému nastolení mechanické stability kolenního kloubu. Kvůli změně sklonu tibiálního plató byl kompenzován chybějící posun po TTA a konečný PTA byl mezi 86° a 90°. U dvou pacientů byl výsledný PTA tedy mírně překorigovaný, což nemělo zjevně negativní mechanické dopady na funkci kloubu. Na schématu obr. 14 je navíc patrné, že se stává i přes mírně překorigovaný advancement, JCF v extenzi paralelní s dlouhým kolenním vazem, což splňuje postuláty Tepice a Montavona (nikoliv však Slocuma). Z omezeného počtu pacientů také vyplývá určitá nepředvídatelnost konečného PTA. Pravděpodobně by tedy měl být cílový sklon tibiálního plató u psů s okolo PTA 90° o něco vyšší než při standardním TPLO (tedy zhruba 10°), aby nedocházelo k přílišnému překorigování konečného PTA (< 85°). Tuto hypotézu je ovšem nutno ověřit.



Obr. 14 – Po doplňujícím TPLO se stává JCF (bílá šipka) paralelní s PL (modrá linie)

Předložená série případů ukazuje, že je provedení TPLO proveditelné navzdory přítomnosti klíček a ostatních TTA implantátů. Totální explantace klíčky většinou není možná ani nutně žádaná.⁶⁷ V několika našich případech byly všechny TTA implantáty ponechány in situ zvláště proto, že by jejich odstranění bylo neúměrně invazivní. Rozhodující je ovšem umístění klíčky a aplikované modifikace metody TTA. V případech systému TTA Rapid je poměrně často klíčka umístěna relativně kaudálně, tedy více ve středu proximální holenní kosti.³⁶⁻³⁸ Tím nemusí být půlkruhová osteotomie s požadovaným minimálním poloměrem reálně proveditelná. Alternativně je sice možné provést řez skrz klíčku, což ovšem vede k signifikantnímu uvolnění titanových částic do okolních tkání a k následnému riziku vzniku metalózy (Bonardi osobní sdělení). V případech, kde se nachází klíčka v místě plánované osteotomie, uplatňuje autor v současnosti modifikaci metody (CORA based TPLO), která již byla v minulosti publikovaná.⁶⁸

Komplikace u pacienta č. 1 nesouvisí se samotnou stabilizační technikou. Jednoznačné vysvětlení pro ulomení fixačního čepu PGR implantátu se ovšem nepodařilo ani po konzultaci s bioinženýry výrobce určit. Ostatní případy proběhly bez relevantních komplikací.

I když odpovídá operace provedení standardní TPLO metodě, je přesné umístění osteotomie intraoperačně obtížnější, protože chybí (nebo jsou hůře identifikovatelné) anatomické orientační body, které se běžně využívají pro stanovení pozice osteotomie (body D1 a D2). Přesné umístění osteotomie je přitom pro výsledek zákroku kritické. Autorům se proto osvědčily kruhové šablony, jejichž centrum se pomocí injekční jehly fixuje v centru kolenního kloubu (Petazzoni osobní sdělení). Pro fixaci osteotomie lze využít běžné uhlavě stabilní TPLO implantáty, pouze v jednom z našich případů jsme z důvodu velikosti a povahy psa přistoupili k dvojímu dlahování, protože větší implantát kolidoval v umístění s původní TTA ploténkou, jejíž odstranění by bylo v tomto případě nadměrně invazivní a vedlo by k zvýšenému riziku komplikací, zvláště SSI.

Limity této studie jsou spojeny s malým počtem případů, nelze tedy dělat všeobecné závěry k řešení přetrvávající instability po TTA. Hodnocení stability kloubu se zakládalo pouze na srovnání pozitivního tibiálního kompresního testu předoperačně a negativního pooperačního nálezu. Bez objektivní evaluace (zátěžové RTG nebo lépe kinematické skiaskopie) lze toto hodnocení považovat do značné míry za subjektivní. Hodnocení stupně kulhání před a po zákroku bylo rovněž čistě klinické a může být zkresleno posuzovatelem. Objektivní evaluace chůze pomocí force-plate analýzy není v našich podmínkách možná. Dále nejsou k dispozici informace, zda ve všech popsaných případech došlo poškození menisků opravdu až následkem instability po zákroku, nebo zda byla ruptura menisku přehlédnuta při primární operaci. Současně nelze objektivně predikovat vývoj pacientů, pokud by bylo provedeno pouze ošetření menisků a instabilita řešena výhradně doplňující fyzioterapií. Empiricky dochází při perzistentním CTT po TTA i přes intenzivní fyzioterapeutický management k rychlé pro-

gresi OA a pozdější „zpevnění“ kloubu je dosaženo spíše periartikulární fibrotizací.

Závěr

S nástupem poměrně široké aplikace TTA na veterinárních pracovištích v CZ lze očekávat, že se budeme i v budoucnu stále častěji setkávat s případy signifikantní perzistentní instability po TTA. Popsaná metoda TPLO se jeví jako dobře aplikovatelná, ovšem za předpokladu reálně proveditelné osteotomie v relaci k TTA klíccce. Navíc vyžaduje provedení tohoto zákroku dostatečné zkušenosti ze strany operátora s metodou TPLO.

Současně je nutno zdůraznit důležitost správné selekce pacientů indikovaných na TTA a to zvláště: reálně dosažitelný advancement v relaci k velikosti tibiae, TPA <28°, absence angulárních deformit a absence luxace pately. Při respektování těchto kritérií lze pravděpodobně počet případů s perzistentní instabilitou omezit, byť je nelze zcela eliminovat, jak dokládají někteří pacienti s námi zde prezentované klinické série.

Literatura:

- KOWALESKI, M. P., BOUDRIEU, R. J. POZZI, A. Stifle joint. In: JOHNSON, S. A., TOBIAS, K. M. (Eds). *Veterinary Surgery, Small Animal Vol 1*. St. Louis; Missouri (Elsevier), 2018:1071-1168.
- SCOTT, A. C. BETEEM, J., COOK, J. L. Comparison of long – term outcomes associated with three surgical techniques for treatment of cranial cruciate ligament disease in dogs. *Vet Surg* 2013;42:329-334.
- CONZEMIUS, M. G., EVANS, R. B., BESANCON, M. F. et al: Effect of surgical technique on limb function after surgery for rupture of the cranial cruciate ligament in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 2005;226:232-236.
- COOK, J. L. Extracapsular stabilization. In: MUIR, P. ed. *Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament*. Hoboken; N. J. Wiley- Blackwell, 2010:163-178.
- ELKINS, A. D. A retrospective study evaluating the degree of degenerative joint disease in stifle of dogs following surgical repair of anterior cruciate ligament rupture. *J Am Anim Hosp Assoc* 1991;27:533-539.
- VASSEUR, P. B., BERRY, C. R. Progression of stifle osteoarthritis following reconstruction of the cranial cruciate ligament in 21 dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 1992;28:129-136.
- BERGER, B., KNEBEL, J., STEIGMEIER –RAITH, S., REESE, S., MEYER-LINDENBERG, A. Long-term outcome after surgical treatment of cranial cruciate ligament rupture in small breed dogs. Comparison of tibial plateau leveling osteotomy and extrarticular stifle stabilisation. *Tierarztl Prax Aush Kleintiere* 2015;43(6):373-380.
- BÖTTCHER, P., FISCHER, C., WERNER, H., GREVEL, V., OECHTERING, G. Stifle stability after lateral suture stabilisation using Ethibond Excel(R): early destabilisation following cyclic passive joint motion. *Tierarztl Prax Ausg K Kleintiere Heimtiere* 2010;38(2):61-69.
- NELSON, S. A., KROTSCHECK, U., RAWLINSON, J., TODHUNTER, R. J. et al. Long-term functional outcome of tibial plateau leveling osteotomy versus extracapsular repair in a heterogenous population of dogs. *Vet Surg* 2013;42:38-50.
- KIM, S. E., POZZI, A., KOWALESKI, M. P., LEWIS, D. D. Tibial Osteotomies for Cranial Cruciate Ligament Insufficiency in Dogs. *Vet Surg* 2008;37:111-125.
- BOUDRIEU, R. J. Tibial Plateau Leveling Osteotomy or Tibial Tuberosity Advancement? *Vet Surg* 2009;38:1-22.
- LAFAYER, S., MILLER, N. A., STUBBS, W. P., TAYLOR, R. A., BOUDRIEU, R. J. Tibial Tuberosity Advancement for Stabilisation of the Canine Cruciate Ligament-Deficient Stifle Joint: Surgical Technique, Early Results and Complications in 101 dogs. *Vet Surg* 2007;36:573-586.
- MONTAVON, P. M., DAMUR, D. M., TEPIC, S. Advancement of the tibial tuberosity for the treatment of cranial cruciate deficient canine stifle. *Proc. 1st World Orthopaedic Veterinary Congress Munich, Sep. 5-8. 2002:65*.
- GUERRERO, T. G., POZZI, A., DUNBAR, N., KIPFER, N. et al. Effect of tibial tuberosity advancement on the contact mechanics and the alignment of the patellofemoral and femorotibial joints. *Vet Surg* 2011;40(7):839-848.
- PFEIL, VON D. J. F., KOWALESKI, M. P., GLASSMAN, M., DÉJARDIN, L. M. Results of a survey of veterinary orthopedic society members on the preferred method for treating cranial cruciate ligament rupture in dogs weighing more than 15 kilograms (33 pounds). *J Am Vet Med Assoc* 2018;253(5):586-597.
- BEER, P., BOCKSTRAHLER, B., SCHNABL-FEICHTER, E. Tibial plateau leveling osteotomy and tibial tuberosity advancement- a systemic review. *Tierärztliche Praxis, Kleintiere* 2018;4:223-235.
- BOUDRIEU, R. J. Tibial Plateau Leveling Osteotomy or Tibial Tuberosity Advancement? *Vet. Surg.* 2009;38:1-22.
- DAMUR, D., TEPIC, S., MONTAVON. Proximal tibial osteotomy for the repair of cranial cruciate deficient stifle joints in dogs. *Vet. Comp. Orthop.Traum.* 2003; 16, 211-216.
- HOFFMANN, D. E., MILLER, J. M., OBER, C. P., LANZ, O. I., MARTIN, R. A., SHIRES, P. K. Tibial tuberosity advancement in 65 canine stifles. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2006;19:219-227.
- HOFFMANN, D. E., KOWALESKI, M. P., JOHNSON, K. A., EVANS, R. B., BOUDRIEU, R. J. Ex vivo biomechanical evaluation of the canine cranial cruciate ligament-deficient stifle with varying angles of stifle joint flexion and axial loads after tibial tuberosity advancement. *Vet Surg* 2011;40:311-320.
- KIM, S. E., LEWIS, D. D., POZZI, A. Effect of tibial plateau leveling osteotomy on femorotibial subluxation: in vivo analysis during standing. *Vet Surg* 2012;41:465-470
- KROTSCHECK, U., NEILSON, S. A., TODHUNTER, R. J. et al. Long term functional outcome of tibial tuberosity advancement vs tibial plateau leveling osteotomy and extracapsular repair in a heterogenous population of dogs. *Vet Surg* 2016;45:261-268.
- MOLES, A. D., GLYDE, T. P. H. Triple tibial osteotomy for treatment of the canine cranial cruciate ligament-deficient stifle joint. Surgical findings and postoperative complications in 97 stifles. *Vet Comp Ortop Traumatol* 2009;22(6):473-478.
- RASKE, M., HULSE, D., BEALE, B., SAUNDERS, W. B., et al. Stabilisation of the CORA based leveling osteotomy for the treatment of cranial cruciate ligament injury using a bone plate augmented with headless compression screw. *Vet Surg* 2013;42(6):759-764.
- GATINEU, M., DUPUIS, J., PLANTE, J. et al. Retrospective study of 476 tibial plateau leveling osteotomy procedures. Rate of subsequent „pivot shift“ meniscal tear and other complications. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2011;24:333-341.
- PACCIANA, P. D., MORRIS, E., GILLINGS, S. L. et al. Surgical and postoperative complications associated with tibial plateau leveling osteotomy in dogs with cranial cruciate ligament rupture: 397 cases (1998-2001). *J Am Vet Med Assoc* 2003;222(2):184-193.
- RAYWARD, R. M., THOMSON, D. G., DAVIES, J. V., INNES, J. F., WHITELOCK, R. G. Progression of osteoarthritis following TPLO surgery: a prospective radiographic study of 40 dogs. *J Small Anim Pract* 2004;45(2):92-97.
- BUREAU, S. Owner assesment of the outcome of tibial plateau leveling osteotomy without meniscal evaluation for treatment of naturally occurring cranial cruciate ligament rupture: 130 cases (2009-2013). *J Small Anim Pract* 2017;58:468-475.
- MOORE, E. V., WEEREN, R., PAEK, M. Extended long-term radiographic and functional comparison of tibial plateau leveling osteotomy vs tibial tuberosity advancement for cranial cruciate ligament rupture in the dog. *Vet Surg* 2019:1-9.
- CHRISTOPHER, S. A., BEETEM, J., COOK, J. L. Comparison of long-term outcomes associated with three surgical techniques for treatment of cranial cruciate ligament disease in dogs. *Vet Surg* 2013;42:329-334.
- APELT, D., KOWALESKI, M. P., BOUDRIEU, R. J. Effect of Tibial Tuberosity Advancement on Cranial Tibial Subluxation in Canine Cranial Cruciate-Deficient Stifle Joints: An In Vitro Experimental Study. *Vet Surg* 2007;36:170-177. doi.org/10.1111/j.1532-950X.2007.00250.x.
- GUERRERO, T. G., POZZI, A., DUNBAR, N., KIPFER, N., HAESSIG, M., BETH HORODYSKI, M., MONTAVON, P. M. Effect of Tibial Tuberosity Advancement on the Contact Mechanics and the Alignment of the Patellofemoral and Femorotibial Joints. *Vet Surg* 2011;40:839-848.
- KIM, S. E., POZZI, A., BANKS, S. A., CONRAD, B. P., LEWIS, D. D. Effect of cranial cruciate ligament deficiency, tibial plateau leveling osteotomy, and tibial tuberosity advancement on contact mechanics and alignment of the stifle in flexion. *Vet Surg* 2010;39:363-370.
- VOSS, K., DAMUR, D. M., GUERRERO, T., HAESSIG, M., MONTAVON, P. M. Force plate gait analysis to assess limb function after tibial tuberosity advancement in dogs with cranial cruciate ligament disease. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2008;21:243- 249.
- SCHWEDE, M., REY, J., BÖTTCHER, P. In vivo fluoroscopic kinematography of crano-caudal stifle stability after tibial tuberosity advancement (TTA): a retrospective study of 10 stifles. *Open Vet J* 2018;8(3):295-304.
- LIVET V., BALDINGER A., VIGUIER E. et al Comparison of Outcomes Associated With Tibial Plateau Leveling Osteotomy and Modified Technique for Tibial Tuberosity Advancement for the treatment of Cranial Cruciate Ligament Disease in Dogs: A Randomized Clinical Study. *Vet Comp Ortop Traumatol* 2019;32(4):314-323.
- BUTTERWORTH, S. J., KYDD, D. M. TTA-Rapid in the treatment of the Canine Cruciate Deficient Stifle: Short and Medium –Term outcome. *J Small Anim Pract* 2017;58(1):35-41.

38. SAMOY, Y., VERHOEVEN, G., BIOSMANS, T. et al. TTA Rapid: Description of the Technique and short term Clinica Trial results of the First 50 Cases. *Vet Surg* 2015;44(4):474-484.
39. COSTA, M., CRAIG, D., CAMBRIDGE, T., SEBESTYEN, P. et al. Major Complications of tibial tuberosity advancement in 1613 dogs. *Vet Surg* 2017;46:494-500.
40. STAUFFER, K. D., TUTTLE, T. A., ELKINS, A. D., WEHREBERG, A. P., CHARACTER, B. J. Complications associated with 606 tibial plateau leveling osteotomies (2001-2003). *J Am Anim Hosp Assoc* 2006;42(1):44-50.
41. COLETTI, T. J., ANDERSON, M., GORSE, M. J., MADSEN, R. Complications associated with tibial plateau leveling osteotomy: a retrospective of 1519 procedures. *CanVet J* 2014;55(3):249-254.
42. STINE, S. L., ODUM, S. M., MERTENS, W. D. Protocol changes to reduce implant-associated infection rate after tibial plateau levelling osteotomy: 703 dogs, 811 TPLO (2006-2014). *Vet Surg* 2018;47(4):481-489.
43. LOPEZ, D. J., VANDEVENTER, G. M., KROTSCHHECK, U. et al. Retrospective study of factors associated with surgical site infection in dogs following tibial plateau leveling osteotomy. *J Am Vet Med Assoc* 2018;253(3):315-321.
44. CONSENZA, G., REIF, U., MARTINI, F. M. Tibial plateau leveling osteotomy in 69 small breed dogs using conically coupled 1,9/2,5 mm locking plates. A clinical and radiographic retrospective assesment. *Vet Com Ortop Traumatol* 2015;28(5):347-354.
45. HNÍZDO J. POMAHAČ O. TPLO u psů malých a trpasličích plemen: 42 případů- retrospektivní klinická studie. *Veterinářství* 2019;69(2):17-27.
46. GARNETT, S. D., DAYE, R. M. Short-term complications associated with TPLO in dogs using 2.0 and 2.7 mm plates. *J Am Anim Hosp Assoc* 2014;50(6):396-202.
47. WITTE, P. G., SCOTT, H. W. Tibial plateau leveling osteotomy in small breed dogs with high tibial plateau angles using a 4 hole 1.9/2.5 mm locking T-plate. *Vet Surg* 2014;43(5):549-557.
48. BARNES, D. C., TRINTERUD, T., OWEN, M. R., BUSH, M. A. Short-term outcome and complications of TPLO using anatomically contoured locking compression plates in small /medium -breed dogs with „excessive“ tibial plateau angle. *J Small Anim Pract* 2016;57(6):305-310.
49. KNIGHT, R., DANIELSKY, A. Long-term complications following tibial plateau levelling osteotomy in small dogs with tibial plateau angles >30°. *Vet Rec* 2018;182(16):461-466.
50. SLOCUM, B., DEVINE, T. Cranial tibial wedge osteotomy: a technique eliminating cranial tibial thrust in cranial cruciate repair. *J Am Vet Med Assoc* 1984;184:564-569.
51. SLOCUM, B., SLOCUM, T. D. Tibial plateau leveling osteotomy for repair of cranial cruciate ligament rupture in the canine. *Vet Clin North Am: Small Animal Pract* 1993;23:777-795.
52. KALFF, S., MEACHEM, S., PRESTON, C. Incidence of medial meniscal tears after arthroscopic assisted tibial plateau leveling osteotomy. *Vet Surg* 2011;40(8):952-956.
53. RITZO, M. E., RITZO, B. A., SIDDENS, A. D., SUMMERLOTT, S., COOK, J. L. Incidence and type of meniscal injury associated long-term clinical outcomes in dogs treated surgically for cranial cruciate ligament disease. *Vet Surg* 2014;43(8):952-958.
54. THIEMAN, K. M., TOMILSON, J. L., FOX, D. B., COOK, C., COOK, J. L. Effects of meniscal release on rate of subsequent meniscal tears and owner-assesed outcome in dogs with cruciate disease treated with tibial plateau leveling osteotomy. *Vet Surg* 2006;35(8):705-710.
55. STEINBERG, E. J., PRATA, R. G., PALAZZINI, K., BROWN, D. C. Tibial tuberosity advancement for treatment of CrCL injury: complications and owner satisfaction. *J Am Anim Hosp Assoc* 2011;47:250-257.
56. KNIGHT, R. C., THOMSON, D. G., Danielski, A. Surgical management of pivot-shift phenomenon in a dog. *JAVMA* 2017;250(6):676-680.
57. DENNLER, R., KIPFER, N. M., TEPIC, S., HASSIG, M., MONTAVON, P. M. Inclination of the patellar ligament in relation to flexion angle in stifle joints of dogs without degenerative joint disease. *Am J Vet Res* 2006;67:1849-1854.
58. DESANDRE-ROBINSON, D. M., TANO, C. A., FIORE, K. L., PRYTHERCH, B. Radiographic evaluation and comparison of the patellar ligament following tibial plateau leveling osteotomy and tibial tuberosity advancement in dogs: 106 cases (2009-2012). *J Am Vet Med Assoc* 2017;250(1):68-74.
59. SCHWANDT, C. S., BOHORQUEZ-VANELLI, A., HÄSSIG, M., DENNLER, R. et al. Angle between patellar ligament and tibial plateau in dogs with partial rupture of the cranial cruciate ligament. *Am J Vet Res* 2006;67:1855-1860.
60. CADMUS, J., PALMER, R. H., DUNCAN, C. The effect of preoperative planning method on recommended tibial tuberosity advancement cage size. *Vet Surg* 2014;43:995-1000.
61. ETCHEPAREBORDE, S., MILLS, J., BUSONI, V., BRUNEL, L., BALLIGAND, M. Theoretical discrepancy between cage size and efficient tibial tuberosity advancement in dogs treated for cranial cruciate ligament rupture. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2011;24:27-31.
62. REY, J., FISCHER, M. S., BOTTCHEP, P. Sagittal joint instability in the cranial cruciate ligament insufficient canine stifle. Caudal slippage of the femur and not cranial tibial subluxation. *Tierarztl Prax Ausg K Kleintiere Heimtiere* 2014;42(3):151-156.
63. SKINNER, O. T., KIM, S. E., LEWIS, D. D., POZZI, A. In vivo femorotibial subluxation during weight-bearing and clinical outcome following tibial tuberosity advancement for cranial cruciate ligament insufficiency in dogs. *Vet J* 2013;196:86-91.
64. BISMUTH, C., FERRAND, F.X., MILLET, M., LABRUNIE, A., MARIN, B., PILLARD, P. et al. Comparison of radiographic measurements of the patellar tendon-tibial plateau angle with anatomical measurements in dogs. Validity of the common tangent and tibial plateau methods. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2014;27:222-229.
65. BUSH, M. A., BOWLT, K., GINES, J. A., OWEN, M. R. Effect of use of different landmark methods on determining stifle angle and on calculated tibial tuberosity advancement. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2011;24:205-210.
66. MILLET, M., BISMUTH, C., LABRUNIE, A., MARIN, B., FILLEUR, A., PILLARD, P., et al. Measurement of the patellar tendon-tibial plateau angle and tuberosity advancement in dogs with cranial cruciate ligament rupture. Reliability of the common tangent and tibial plateau methods of measurement. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2013;26:469-478.
67. SERRATORE, V. R., BARNHART, M. D. Results and Complications after Removal of Tibial Tuberosity Advancement Cage for Treatment of Surgical Site Infections: a Retrospective Study. *Vet Surg* 2018;47(6):768-773.
68. HNÍZDO, J. Řešení komplikace po TTA pomocí dvojí osteotomie: DFO a CORA based TPLO. *Veterinářství* 2018;68(10):662-670.

Adresa autora:
MVDr. Jan Hnízdo
Čistovická 44
163 00 Praha 6
www.animlclinic.cz