



MVDr. Jan
Hnízdo,
veterinární lékař

Použití úhlově stabilních implantátů při řešení fraktur antebrachia u trpasličích plemen psů

J. HNÍZDO

Animal Clinic, Praha

SOUHRN

Hnízdo J. **Použití úhlově stabilních implantátů při řešení fraktur antebrachia u trpasličích plemen psů.** Veterinářství 2017;67(10):

Článek popisuje aplikaci úhlově stabilních implantátů Micro a Mini Fixin při řešení fraktur distální vřetenní a loketní kosti u trpasličích plemen. Patnáct pacientů o hmotnosti od 1,3 kg do 4,5 kg, ve věkovém rozmezí 5 až 20 měsíců bylo zahrnuto do studie. U všech psů byla fraktura v distální polovině antebrachia a většinou výrazně juxtartikulárně. U pěti psů byla předem prováděna na jiném pracovišti neúspěšná osteosyntéza jinou technikou, u dvou pacientů opakovaně. Tři pacienti vykazovali atrofickou non union, jeden pacient iatrogenní valgózní deformitu. U třinácti pacientů (14 fraktur) byla osteosyntéza provedena Micro Fixin ploténkou a 1,7mm šrouby, u dvou pacientů byla provedena Mini Fixin ploténkou a 1,9 mm šrouby (Intrauma, IT). Maximální počet bikortikálních šroubů byl šest, minimální počet čtyři. V sedmi případech byla použita T ploténka. Rovná ploténka byla použita u osmi pacientů. V jednom případě byla provedena korektivní (closing wedge) osteotomie. Ve třech případech byl do fraktury aplikován bifázický kalcium fosfát (BCP granules). Rentgenologicky byla potvrzena přesná repozice u 14 osteosyntéz, ve dvou případech byla zjištěna mírná malpozice (TLM < 25%), u jednoho pacienta mírné iatrogenní recurvatum. U všech pacientů došlo k úplnému zhojení zlomeniny. Ke kompletnímu přemostění fraktury došlo u všech pacientů kromě jednoho do 12. týdne po zákroku, většinou ovšem dříve. Explantace dlahy byla provedena v jednom případě, odstranění jednotlivých šroubů a destabilizace ploténky (dynamizace) byla provedena po zhojení v sedmi případech. Celkově byl výsledek u všech pacientů hodnocen jako excelentní. Zvláště případy s výrazně krátkým distálním fragmentem profitují z technologie úhlově stabilních mikroimplantátů, kde je ve většině případů pro stabilizaci dostatečný počet čtyř šroubů, při ukotvení do čtyř kortexů na každé straně fraktury.

SUMMARY

Hnízdo J. **Application of angle stable implants for treatment of antebrachial fractures in toy breed dogs.** Veterinářství 2017;67(10):

The paper describes the use of locking implants Micro and Mini Fixin for the treatment of distal fractures of the radius and ulna in toy breed dogs. Fifteen dogs from 1.3 kg to 4.5 kg, between 5 and 20 months of age were included into the study. The fracture site was in all cases in the distal half of the antebrachium, in most cases very distal. In five dogs a previous surgery was performed at the referring clinic using different techniques of either internal or external fixation that has failed, in two cases fixation attempts failed multiple times. Three dogs showed atrophic non union at presentation, one dog had an iatrogenic valgus malformation. In 13 dogs (14 fractures) was the osteosynthesis performed with the Micro Fixin implants and 1.7mm locking screws, in two dogs with Mini Fixin plate and 1.9mm screws (Intrauma, IT). The maximal total number of used bicortical screws was 6, minimum was 4. In seven cases a T plate was applied, a straight support was used in eight patients. In one case a closing wedge osteotomy was performed prior definite fixation. In three cases biphasic calcium phosphate granules (BCP) were used at the fracture site. Exact reposition was radiographically confirmed in 14

osteosynthesis, there was a mild malposition (TLM < 25%) in two cases and in one case iatrogenic recurvatum. In all cases a complete bone healing was achieved. Complete fusion was seen in all but one patient until week 12, in most of the cases earlier. One of the implants was explanted completely, selective screw removal was performed for destabilisation of the construct in seven cases after bone union due to stress protection. In all cases the final result and limb function were excellent. Particularly cases with very short distal fragment profit from the application of angle stable micro implants, in many cases a total number of four screws and four engaged cortices on each site of the fracture was sufficient for stabilisation.

Úvod

Fraktury antebrachia jsou častým problémem malých a trpasličích plemen. V mnoha případech dochází ke zlomenině na základě minoritního traumatu.¹⁻⁵ Bilaterální fraktury nejsou výjimečné. Příčinou vysoké incidence těchto fraktur u trpasličích plemen jsou specifické morfologické a vaskulární odlišnosti, které představují signifikantní rizikové faktory pro vznik zlomenin.⁶⁻⁹ Možnosti terapie by měly být zaměřeny na chirurgickou stabilizaci. Konzervativní management pomocí externí koaptace (cast, dlahy) je spojen s extrémně vysokým procentem katastrofických komplikací.^{1,3-5,9} V minulosti byla popsána řada chirurgických technik pro řešení těchto specifických a často výrazně periartikulárních zlomenin u malých a trpasličích pacientů.^{1,9-11} Některé fixační techniky mají historický význam a dnes se považují vysloveně za non lege artis, příkladem je zvláště intramedulární hřebování radiu. S poměrně dobrými výsledky byly některými autory aplikovány lineární, cirkulární nebo hybridní externí skeletální fixátory (ESF).^{3,12-15} Kromě běžných komplikací spojených s použitím ESF, jako jsou infekce, fragmentace hřebu či refraktura po odstranění fixátoru, je nutno zvážit nutnost signifikantní pooperační péče. Interní fixace je proto v současnosti považována za preferovanou metodu osteosyntézy antebrachia u malých a trpasličích plemen. Používají se standardní ploténky přemostující frakturu (*bridging plate*), v případech rekonstruovatelné fraktury lze případně dosáhnout interfragmentární komprese (dynamické kompresní dlahy DCP).^{2,5,11,16-18} Nevýhodou těchto systémů je nutnost poměrně velkého počtu šroubů, v ideálním případě tří bikortikálních šroubů na každé straně fraktury.¹⁹ Uvolnění šroubů je častou komplikací, která může vést k selhání stabilizace zvláště v případech juxtaartikulárních zlomenin, u kterých nelze aplikovat do krátkého fragmentu více než dva bikortikální šrouby.² V tomto ohledu patří do rizikové skupiny zvláště juvenilní pacienti s nedostatečnou mineralizací skeletu. S nástupem úhlově stabilních, uzamykatelných implantátů v poslední dekádě se otvírají nové možnosti terapie těchto pacientů. V případě těchto nových implantátů jsou šrouby zaaretovány („uzamčeny“) většinou v 90° úhlu v dlaze (*locking-plate*).^{2,20-24}

Následující článek popisuje retrospektivně sérii případů patnácti psů (celkem 16 fraktur) trpasličích plemen, u kterých byla provedena osteosyntéza fraktury radiu a ulny pomocí úhlově stabilních plotének a 1,7mm respektive 1,9mm šroubů (Fixin Micro® a Fixin Mini® sys-

tém, Intrauma/Traumavet IT). Jedná se současně o první klinickou studii v dostupné literatuře popisující aplikaci těchto specifických systémů pro interní fixaci zlomenin při řešení antebrachiálních fraktur u trpasličích plemen psů. Dosud bylo popsáno použití těchto implantátů pouze při řešení zlomenin dlouhých kostí u koček.^{24,25}

Materiál a metody

Implantáty

Systém Mini – Fixin se skládá z ocelové ploténky, systém Micro – Fixin z titanové ploténky (support), které disponují otvory se závitem. V těchto otvorech pro šrouby jsou zajištěny titanové vložky (bushing). Vložky jsou opatřeny vnějším závitem, který koresponduje se závitem otvorů dlahy. Vnitřní otvor bushingu má kuželovitý tvar. Šrouby z chirurgické oceli nebo titanu jsou samočepné a při utažení se pevně zaaretují v bushingu zajištěném v ploténce. Hlava uzamykatelných šroubů je rovněž kuželovitá (v úhlu 2° od podélné osy) a koresponduje s kónicky tvarovaným otvorem vložky. Kónický, zajišťovací šroub a bushing ve spojení s ploténkou umožňuje distribuci sil v implantátu, což eliminuje riziko zlomení implantátu či vylomení šroubů. Biomechanické principy, které platí pro ostatní úhlově stabilní implantáty, platí v zásadě i pro Fixin implantáty.“

Soubor pacientů

Celkem 15 pacientů bylo na Animal Clinic operováno v období březen 2015 až prosinec 2016. Celková hmotnost pacientů se pohybovala od 1,3 kg do 4,5 kg, mezi postiženými plemeny byl: pražský krysářík (n = 5), yorkshirský teriér (n = 6), čivava (n = 2), papillon (n = 1), italský chrtík (n = 1) ve věkovém rozmezí 5–20 měsíců. Z 15 pacientů bylo jedenáct fen. U všech pacientů došlo k fraktuře po minoritním traumatu (skok ze sedačky, z náruče majitele apod.). U všech psů zahrnutých do studie byla fraktura v distální polovině antebrachia. U osmi pacientů byla fraktura výrazně periartikulární s distálním fragmentem kratším než 10 mm (obr. 1 a 2). V žádném z případů se nejednalo o fyzéální (Salter Harris) frakturu. Jeden pacient prodělal v odstupu šesti týdnů od operace frakturu kontralaterálního antebrachia. U pěti pacientů byla před předvedením na pracoviště autora prováděna neúspěšná osteosyntéza jinou technikou (hřebování radiu n = 2, lineární ESF n = 2, neutralizační ploténka n = 2, DCP ploténka n = 1). U dvou pacientů předcházely opakované, neúspěšné reoperace, u jednoho pacienta dokonce tři reoperace různými

metodami externí a interní fixace, než byl případ referován. Jeden z těchto pacientů prodělal novou frakturu radiu v otvoru jednoho z naddimenzovaných šroubů (2,7 mm) a byl referován k reoperaci (obr. 3). Tři pacienti vykazovali výraznou atrofickou non union, u pacienta s refrakturou pod implantátem byla zjištěna atrofie a osteopenie radiu. U jednoho pacienta byla zjištěna výrazná iatrogenní angulární juxtartikulární valgózní deformita následkem chybně provedené osteosyntézy hřeby (obr. 4 a 5).

Operační technika

Pacienti byli polohováni v dorzální pozici se zavěšenou končetinou připravenou na aseptický zákrok. Perioperačně byl aplikován Cefazolin (20 mg/kg IV) a Meloxicam (0,2 mg/kg SC). Po kraniomediálním přístupu byla v případech výrazně distálních fraktur provedena elevace a v pěti případech tenotomie šlachy *m. adductor digiti I longus*. V případech s extrémně krátkým distálním fragmentem byl radiokarpální kloub sondován pomocí tenké injekční jehly. U třinácti pacientů (celkem 14 fraktur) byla osteosyntéza provedena Micro Fixin ploténkou (Intrauma IT) přiloženou dorzálně a fixovanou 1,7mm šrouby zajištěnými v ploténce v 90° úhlu. U dvou pacientů byl použit implantát Mini Fixin a zajištění 1,9mm šrouby. Pro inzerci šroubů byly využity specifické cíliče, které zaručují kolmé umístění šroubu v ploténce. Maximální počet použitých bikortikálních šroubů byl šest, minimální počet čtyři. V jednom případě byly použity čtyři bikortikální a jeden monokortikální šroub umístěný těsně nad místem lomu. Po přesné anatomické repozici byla provedena v některých případech temporální fixace ploténky dvěma 1,0mm hřeby v předurčených otvorech v ploténce, nebo byla fixace dlaha provedena manuálně. V sedmi případech byla použita T-ploténka (dva šrouby distálně, dva proximálně (n = 3) respektive s dvěma šrouby distálně, tři šrouby proximálně (n = 4). Distální část T-ploténky byla oboustranně ohnuta zhruba 10° kaudálně, čímž bylo dosaženo mírně konvergentního směru distálních šroubů (obr. 6 – 8). U těchto pacientů byla jako první provedena fixace šroubů k distálnímu fragmentu, následně byla dlaha využita pro manipulaci krátkého fragmentu a přesnou apozici zlomeniny. Rovná ploténka byla použita u osmi pacientů, z toho v pěti případech ploténka s dvěma šrouby proximálně a dvěma šrouby distálně, ve dvou případech byla použita dlaha se třemi proximálními šrouby a dvěma distálními a u jednoho pacienta se třemi proximálními a třemi distálními šrouby. Interfragmentární kompresi systém Micro/Mini Fixin neumožňuje. V případě jednoho pacienta byla provedena korektivní (closing wedge) osteotomie z důvodů valgus-malformace následkem předešlé chybně provedené osteosyntézy. V žádném případě nebyl použit spongiózní štěp, ve třech případech byla ovšem do místa lomu aplikována kostní náhrada (Biphasic Calcium Phosphate, BCP granules Orthomed UK).

Sutura byla provedena rutinně. Postoperačně byl aplikován buprenorphin 0,01 mg/kg IV, metimazol 20 mg/kg IM a jednorázově cefovecin 8 mg/kg SC. Prvních sedm

dní po zákroku byl aplikován meloxicam v dávce 0,1 mg/kg, SID, PO.

Pooperační péče

Bezprostředně po zákroku byl přiložen vypodložený obvaz na pět až sedm dní. Následně byl majitel instruován ohledně nutnosti čtyřtýdenního klidového režimu. Všichni pacienti byli rentgenologicky vyšetřeni čtvrtý až šestý týden po zákroku. U čtyř pacientů byly provedeny další rentgenové kontroly 10. až 12. týden po operaci.

Výsledky

Třináct pacientů po odstranění vatovaného obvazu pátý až sedmý den po zákroku končetinu plně zatěžovalo. U dvou pacientů s komplikovanou anamnézou vícečetných reoperací přetrvávalo kulhání II.–III./VI. stupně v prvních čtyřech týdnech po zákroku. Rentgenologicky byla repozice hodnocena podle standardních kritérií jako mediolaterální nebo kraniokaudální malpozice distálního segmentu vůči proximálnímu segmentu jako poměr maximálního posunu fragmentu k průměru kosti v místě lomu v % (*translational malalignment* = TLM). U osmi osteosyntéz byl TLM < 1%, u čtyř osteosyntéz < 5%, u dvou osteosyntéz byl TLM < 10%, ve dvou případech byl TLM < 25° (obr. 9).

U všech pacientů došlo k úplnému zhojení zlomeniny. Kompletní přemostění fraktury do šestého týdne bylo zjištěno v osmi případech, ostatní pacienti vykazovali úplné přemostění fraktury 10. až 12. týden po zákroku (obr. 10–13). Explantace dlaha byla provedena jen v jednom případě, a to po záměrné destabilizaci ploténky.



Obr. 1 – Typická distální antebrachiální fraktura (pacient 11)

ELANCO



Obr. 2 – Stejný pacient LL projekce



Obr. 4 – Malunion kvůli chybně provedené fixaci hřebu (pacient 9)



Obr. 3 – Iatrogenní fraktura kvůli předimenzovanému 2,7mm implantátu (pacient 1)



Obr. 5 – Chronická atrofická non union po několika reoperacích (pacient 10)



Obr. 6 – Intraoperační náález Fixin Micro T-ploténka (krátká)



Obr. 8 – RTG I/I (6. týden), pacient 3



Obr. 7 – RTG a/p (6. týden) dlouhá T-ploténka (pacient 3)



Obr. 9 – RTG I/I (6. týden) kompletní zhojení i přes mírnou malpozici (TLM < 25%) pacient 15



Obr. 10 – RTG I/I (6. týden) – počínající stress protection (pacient 5)



Obr. 12 – RTG LL (4. týden) – rovná ploténka (dlouhá), pacient 2



Obr. 11 – RTG I/I (12. týden) – konsolidace po dynamizaci (pacient 5)



Obr. 13 – RTG LL 4. týden – rovná ploténka krátká (pacient 13)

Komplikace

U čtyř pacientů byla rentgenologicky zjištěna desátý, respektive dvanáctý týden po zákroku postupná atrofie ulny a snížená opacita jinak zcela zhojeného radiu pod implantátem (*stress protection*) (obr. 10 a 11). Z toho důvodu bylo u těchto pacientů přistoupeno k explantaci dvou nebo tří šroubů na obou stranách fraktury. Po dynamizaci došlo během čtyř až šesti týdnů k fyziologické mineralizaci radiu i ulny. Následná rekonvalescence byla nekomplikovaná. U dvou pacientů mladších sedmi měsíců byla provedena po kompletním přemostění fraktury selektivní explantace šroubů tak, že byl ponechán jeden šroub proximálně a jeden distálně.

Izolovaná atrofie ulny byla pozorována ve dvou případech, opožděné hojení ulny v jednom případě a opožděné hojení radiu v jednom případě (*delayed union*) – obr. 14 a 15.

Synostóza distální ulny s vřetenní kostí vznikla u jednoho pacienta s komplikovanou anamnézou vícečetných reoperací. Jeden pacient vykazoval po zhojení zlomeniny středně výrazné recurvatum radiu a synostózu radiu a ulny. Jednalo se o případ s předcházejícími čtyřmi operacemi, u kterého byla v době operace na Animal Clinic zjištěna výrazná atrofická non union radiu. Rezultující recurvatum nemělo biomechanické následky a pacient končetinu plně zatěžoval bez alterace chůze (obr. 16 a 17). Jeden pacient vykazoval po zhojení fraktury přetrvávající mírný distální valgus, který se nejevil klinicky relevantní a jeho korekce byla majitelem proto zamítnuta. U jednoho pacienta byla provedena po destabilizaci ploténky její kompletní explantace z důvodů postupného uvolnění zbývajících dvou šroubů (obr. 18–21).



Obr. 14 – RTG I/I (4. týden) opožděná union ulny, zhojený radius (pacient 8)



Obr. 15 – RTG I/I (6. týden) opožděné srůstání po korektivní osteotomii (pacient 9)



Obr. 16 – RTG I/I postoperační – přemostění non union fraktury 3. otvor bez šroubu (pacient 10)



Obr. 17 – RTG I/I (12. týden) integrace implantátu, synostóza, klinicky nevýznamné recurvatum



Obr. 18 – RTG I/I atrofická non union radiu a chronická low grade-osteomyelitis (pacient 12)

Diskuse

Fraktury vřetenní a loketní kosti jsou častým problémem u malých a trpasličích plemen.^{1,2,5} V našem souboru pacientů byla nejčastěji postižena plemena yorkshirský teriér a pražský krysařík, v literatuře je uváděna vysoká incidence zvláště u italských chrtíků, kteří jsou ovšem v České republice chováni méně často než v jiných regionech Evropy.^{2,3} V absolutní majoritě případů jsou příčinou zlomeniny seskoky či pády z menší výšky. Ve více než 75 % případů vzniká fraktura v distální třetině radiu a ulny, nejčastěji je místo lomu přímo v přechodu diafýzy a metafýzy kosti.^{1-3,9} Mnohdy se jedná o krátké šikmé fraktury, které jsou kvůli tahu karpálních flexorů dislokované kaudolaterálním směrem.² Příčinou pro tuto distální lokalizaci je pravděpodobně nepoměr dřevové dutiny vůči kortikální kosti, respektive úplná absence medulární kosti v této oblasti. Mnoho trpasličích plemen totiž vykazuje v distální diafýze na rozdíl od větších plemen de facto výhradně solidní kortikální kost se zanedbatelnou dřevovou dutinou. Tato morfologická a denzitometrická anomálie zvláště v distální třetině diafýzy radiu a ulny u trpasličích plemen výrazně snižuje elasticitu kosti a má i podstatné následky z hlediska intraoseální vaskularizace.⁶⁻⁸

Konzervativní terapie těchto zlomenin pomocí externí koaptace je považována za non lege artis. Pravděpodobnost atrofie kosti, a s tím spojené nehojení (*atrophic non union*) či jiných závažných komplikací, je více než 85 %.^{2,4,5,9} V případech, kde ke zhojení přesto dojde, vznikají běžně angulární deformity, nejčastěji distální valgus-deformita antebrachia. Na snížené schopnosti hojení distálního antebrachia se podílí jednak snížená vaskularizace periostu, jednak minimální intraoseální vaskularizace distální diafýzy a metafýzy u trpasličích plemen, dále minimální periosteální pokrytí oblasti měkkými tkáněmi.⁸ Proto je nutno považovat konzervativní management u těchto pacientů za vyslovenou malpraxi.

Chirurgický management těchto pacientů je tudíž mandatorní, některé techniky jsou ovšem spojeny s vysokým procentem selhání a komplikací. V této souvislosti je třeba jmenovat zvláště hřebování radiu (intramedulární pinning). Procento komplikací je až 80 %, mezi nejčastější patří atrofická non union kvůli rotační instabilitě a osteopenie (kvůli termickému poškození kosti při zavádění hřebů), osteomyelitis, refraktura nad implantátem, migrace hřebu aj.^{1-4,15} Často je navíc zaváděn hřeb přes kloubní plochu distálního radiu, což vede k ireverzibilním škodám na radio karpálním kloubu.

Použití externích fixátorů může rezultovat v uspokojivé výsledky i u trpasličích plemen. Kontroverzní je ovšem procento relevantních komplikací spojených s použitím ESF uváděných v literatuře, které se uvádí od 4 až do 50 %. V recentní literatuře byla popsána řada možností aplikace lineárních, kruhových i hybridních externích skeletálních fixátorů.^{3,12-14} Omezení lineárních fixátorů je často dáno nemožností aplikace více než dvou hřebů do krátkého distálního fragmentu.¹² Mezi časté komplikace lineárních ESF u trpasličích plemen patří navíc vznik stresových fraktur v místě vstupu jednoho z hřebů (většinou toho nejproximálnějšího).³ Tyto fraktury jsou častým



Obr. 19 – RTG I/I (6. týden) fraktura vyplněná BCP granulátem – bez známek hojení (pacient 12)



Obr. 20 – RTG I/I (12. týden) stav po dynamizaci, postupné přemostění zlomeniny, uvolnění šroubů



Obr. 21 – RTG I/I (20. týden) stav po explantaci, kompletní zhojení zlomeniny a integrace BCP

problémem i bezprostředně po odstranění ESF. Podobné potíže vznikají při aplikaci kruhových a hybridních ESF. Zde je často technicky nemožné zavedení obou zkřížených drátů do juxtaartikulárního fragmentu, který je mnohdy kratší než 10 mm. Stresové fraktury jsou ovšem vzácnější než v případě lineárních ESF. Dále je třeba počítat s poměrně intenzivní pooperační péčí vyžadující vysokou compliance ze strany klienta.

V dostupné literatuře byla popsána řada technik interní fixace antebrachia u trpasličích plemen, a to s poměrně odlišnými výsledky ohledně rychlosti srůstání a pooperačních komplikací.¹⁶⁻¹⁹ Mezi časté komplikace patří selhání stabilizace kvůli uvolnění šroubů nebo zlomení ploténky. Tyto komplikace mohou podle některých studií nastat až v 18 % případů.^{4,9} Autoři jedné studie zjistili při použití standardních plotének excelentní výsledek pouze ve 42 % případů.²⁵ V této publikaci byl hlavním důvodem malé úspěšnosti krátký distální fragment. Při použití veterinárních miniaturních T-plotének je možné většinou umístit pouze dva bikortikální šrouby do distálního radiu, což není v mnoha případech adekvátní. Doporučeno je minimum tří bikortikálních šroubů na každé straně fraktury, aby došlo k adekvátní distribuci sil působících na implantát.¹⁹

Velká změna proto nastala začátkem milénia s dostupností miniaturních úhlově stabilních uzamykatelných (locking) implantátů, kde pro stabilitu fraktury stačí dva bikor-

tikální šrouby na každé straně fraktury.^{20,23} Podle některých výrobců locking-implantátů je dostatečná pouze fixace tří kortexů (jeden bikortikální a jeden monokortikální šroub) na každé straně zlomeniny.²⁰ Úhlově stabilní ukotvení šroubů v ploténce způsobuje jak axiální, tak angulární stabilitu šroubu vůči ploténce. Tato forma stabilizace již není založena na frikčních silách generovaných při přitažení ploténky pomocí standardních šroubů ke kosti, jak tomu je v případě DCP, LC-DCP či neutralizačních plotének. Tím pádem je de facto eliminováno riziko vytržení jednotlivých šroubů z kosti. Protože fungují úhlově stabilní implantáty prakticky jako externí fixátory (interní fixátor), není navíc kritické, aby byla ploténka přesně anatomicky konturována.^{20,22} Naopak přispívá minimální kontakt mezi ploténkou a kostí k biologickému hojení zlomeniny bez narušení periosteální vaskularizace. Tento aspekt se jeví jako zvláště důležitý v případě trpasličích plemen, u kterých byla prokázána signifikantně horší periosteální i medulární vaskularizace radiu a ulny než u větších plemen.²

V případě extrémně distálních fraktur se u této skupiny pacientů navíc osvědčují stejně jako v naší prezentované studii speciální T-ploténky (Mickey-Mouse-plate).^{2,21} Distální otvory ploténky lze ohnout tak, aby byly šrouby umístěny mírně konvergentně. Toto umožňuje nejen lepší apozici implantátu na konvexní plochu distálního radiu, ale navíc znamená uchycení šroubů na delším úseku kosti,

Plemeno, věk, hmotnost a použití ploténky a šroubů u trpasličích plemen psů, včetně případných komplikací při operaci

Pacient	Plemeno	Věk	Hmotnost (kg)	Ploténka	Šrouby	Komplikace
Pacient 1	italský chrtík	20	4,5	rovná (Mini) + BCP	6x 1,9 mm	mírný valgus
Pacient 2a	papillon	6	1,3	rovná	5x 1,7 mm	stress protection
Pacient 2b	papillon	7	1,3	rovná	4x 1,7 mm	–
Pacient 3	yorkshire	10	2,5	T-ploténka	5x 1,7 mm	–
Pacient 4	krysařík	9	3	rovná	4x 1,7 mm	–
Pacient 5	yorkshire	7	2,2	T-ploténka	4x 1,7 mm	stress protection
Pacient 6	krysařík	8	2,0	T-ploténka	4x 1,7 mm	–
Pacient 7	yorkshire	16	2,6	T-ploténka	5x 1,7 mm	stress protection
Pacient 8	yorkshire	11	3,0	rovná	4x 1,7 mm	–
Pacient 9	krysařík	18	3,9	T-ploténka	5x 1,7 mm	–
Pacient 10	yorkshire	7	2,5	T-ploténka + BCP	4x 1,7 mm	recurvatum
Pacient 11	čivava	11	3,0	T-ploténka	4x 1,7 mm	–
Pacient 12	yorkshire	17	4,2	rovná (Mini) + BCP	4x 1,9 mm	explantace
Pacient 13	krysařík	5	1,8	rovná	4x 1,7 mm	–
Pacient 14	čivava	7	2,0	rovná	5x 1,7 mm	stress protection
Pacient 15	krysařík	10	2,2	T-ploténka	5x 1,5 mm	–

což vede k větší stabilitě konstrukce. Systém Micro/Mini Fixin neumožňuje interfragmentární kompresi.²⁴ Podle názoru autorů je toto ovšem v případě fraktur antebrachia méně významným faktorem. Jedním z důležitých aspektů je ovšem velikost používaných šroubů. Použitý průměr úhlově stabilních šroubů 1,7 mm v případě Micro Fixin systému se jeví pro tuto velikostní kategorii pacientů jako optimální. U pacientů s adekvátním průměrem radiu lze zvážit aplikaci 1,9 mm šroubů a o něco větší Mini Fixin ploténky. Tyto implantáty jsou hybridní a lze do nich aplikovat 1,9- a 2,5mm šrouby. Větší šrouby než 1,9 mm ovšem nelze u trpasličích plemen doporučit. V případě standardních DCP/LC DCP plotének jsou pro malá plemena nejčastěji používány 2,0mm, 2,4mm a 2,7mm kortikální šrouby, které jsou v mnoha případech příliš mohutné a mohou zabírat více než 40 % průměru kosti pacienta, což významně zvyšuje riziko stresové fraktury v místě implantátu (šroubu).^{5,19} Naopak dostupné 1,0- a 1,5mm kortikální šrouby jsou z pohledu autorů příliš tenké a vykazují kvůli jemnému závitu velké riziko vytržení. Tyto šrouby s extrémně jemným závitom mají navíc tendenci ke stržení při zavádění do kosti. Často následně není v kosti dostatek místa pro nové umístění šroubu v jiném úhlu. Toto může být významná technická komplikace zvláště v případě krátkých distálních fragmentů.^{11,19,25} Navíc je zjevné, že je riziko selhání fixace, která se zakládá na kompresi ploténky ke kosti, v případě takto malých šroubů s jemným závitom významně vyšší.

Paradoxně může být hlavní nevýhodou úhlově stabilních implantátů jejich přílišná stabilita, která může vést k fenoménu osteopenie pod implantátem (*stress protection*). To je výsledkem přílišné pevnosti implantátu a nedostatečného mechanického impulsu pro kost pod ním. Osteopenie může vést po případném odstranění implantátu k refraktuře kosti i při kompletním přemostění zlomeniny. V předložené klinické studii došlo k tomuto fenoménu ve čtyřech případech. Následně provedená destabilizace konstrukce pomocí selektivního odstranění jednotlivých šroubů tento problém vyřešila ve všech případech. Jiní autoři uvádí dobré výsledky bez vzniku osteopenie při použití absorbovatelných vyztužených polyaktidových plotének a metalických šroubů. Jedná se ovšem o experimentální techniku bez komerčního uplatnění.²⁶

Kompletní explantace implantátu byla provedena pouze v jednom z našich případů. Autoři zastávají pozici, že by měla být provedena explantace u těchto pacientů pouze v případě specifické indikace (intolerance implantátu, uvolnění šroubů, infekce aj.). V tomto případě bylo indikací pro kompletní explantaci rentgenologicky zjištěné uvolnění zbývajících dvou šroubů. Rizika refraktury, respektive fraktury v místě vrtných otvorů zanechaných po odstranění implantátu jsou u trpasličích plemen poměrně velká.² Proto se autoři přiklání k názoru, že je u těchto pacientů vhodnější ponechání implantátů in situ, případně jen s minimálním počtem šroubů (jeden šroub na každé straně). Systém Micro/Mini Fixin umožňuje jednoduché odstranění šroubů i v případě poškození hlavice šroubu. Bushing lze se šroubem odstranit i v případě, že je

samotný šroub zablokovaný. To je významné zvláště s ohledem na výše popsany fenomén druhotné osteopenie.

Závěr

Předložená série případů je první publikací, která popisuje retrospektivně klinické výsledky u pacientů s frakturou antebrachia, řešených pomocí úhlově stabilního interního fixátoru Mikro a Mini Fixin u malých a trpasličích plemen psů. Výsledky na poměrně malé kohortě pacientů zatím naznačují, že jsou tyto specifické implantáty vhodné pro řešení antebrachiálních fraktur u trpasličích plemen. Hojení proběhlo ve všech případech rychle a bez relevantních komplikací. Pooperační péče je méně náročná než při použití ESF. Na rozdíl od doporučené doby dvou až tří týdnů krytí vatovaným obvazem v případě interní fixace standardní miniploténkou a kortikálními šrouby byla v této sérii případů většinou aplikována bandáž pouze pět až sedm dní po zákroku, což je spojeno s rychlejší rekonvalescencí a plnohodnotnou funkcí sousedících kloubů. Vyšší náklady na implantát a jednotlivé šrouby jsou částečně kompenzovány menším počtem potřebných šroubů. T-ploténky se osvědčily při řešení extrémně krátkých distálních fragmentů. Technika implantace je poměrně jednoduchá a dodatečné specifické instrumentarium je pro tento typ implantátů minimální. V žádném z našich případů nedošlo k selhání fixace. Hlavní nevýhodou systému je v některých případech přílišná stabilita/rigidita implantátu, která může vést k následné osteopenii pod implantátem vyžadující částečnou explantaci.²⁶

Poděkování

Autoři děkují MVDr. M. Daničkoví, AAvet Praha za půjčení pooperačních RTG snímků pacienta 12.

Literatura:

- MUIR, P. Distal antebrachial fractures in toy breed dogs. *Compend Contin Educ Pract Vet* 1997;19:137-145.
- GILBERT, S., RAGETLY, R. J., BOUDRIEU, R. J. Locking compression plate stabilisation of 20 distal radial and ulnar fractures in toy and miniature breed dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2015;6:441-447.
- PIRAS, L., CAPELLARI, F., PEIRONE, B. et al. Treatment of fractures of the distal radius and ulna in toy breed dogs with circular external skeletal fixation: a retrospective study. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2011;24:228-235.
- HUNT, J. M., AITKEN, M. L., DENNY, H. R. et al. The complications of diaphyseal fractures in dogs: A review of 100 cases. *J Small Anim Pract* 1980;21:103-119.
- VANINI, R. Distal radial fractures in toy breeds. *Proc 3rd WVOC, Bologna* 15th-18th September 2010:763-763.
- BRIANZA, S. Z., DELISE, M., FERRARIS, M. et al. Cross sectional geometrical properties of distal radius and ulna in large, medium and toy breed dogs. *J Biomech* 2006;39:302-311.
- SUMNER-SMITH, G. A. A histological study of fracture non union in small dogs. *J Small Anim Pract* 1974;15:571-578.
- WELCH, J. A., BOUDRIEU, R. J., DEJARDIN, L. M. et al. The intraosseous blood supply of the canine radius: Implications for healing of distal fractures in small dogs. *Vet Surg* 1997;26:57-61.
- WATERS, D. J., BREUR, G. J., TOOMBS, J. P. Treatment of common forelimb fractures in miniature and toy breed dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 1993;29:442-448.
- HWANG, Y., OH, H., LEE, M. et al. Fractures of limbs in toy breed dogs: characterisation and surgical outcomes. *Proc 18th ESVOT Congress. London* 2016;8th-10th September 154-155.
- BALTZER, W. I., COOLEY, S., WARNOCK, J. J. et al. Augmentation of diaphyseal fractures of the radius and ulna in toy breed dogs using a free autogenous omental graft and bone plating. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2015;28:131-133.

12. HAAS, B., REICHLER, I. M., MONTAVON, P. M. Use of tubular external fixator in the treatment of distal radial and ulnar fractures in small dogs and cats. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2005;18:132-137.
13. BIERENS, D., UNIS, M. D., CABRERA, S. Y., KASS, P. H. et al. Radius and ulna fracture repair with the IMEX miniature circular external skeletal fixation system in 37 small and toy breed dogs: A retrospective study. *Vet Surg* 2017;46(4):587-595.
14. LATTE, Y. A specific vet Ilizarov apparatus for the treatment of fractures, delayed union and non union and maunion. *Proc 18th Annual Meeting of the Veterinary Orthopedic Society*. 1991; Snowmass Colorado:51.
15. EGGER, C. E. A technique for the management of radial and ulnar fracture in miniature dogs using transfixation pins. *J Small Anim Pract* 1990;31:337-347.
16. LARSEN, L. J., ROUSH, J. K., MCLAUGHIN, R. M. Bone plate fixation of distal radius and ulna fractures in small and miniature-breed dogs. *J Am Anim Hosp* 1999;35:243-250.
17. RAMIREZ, J. M., MACIAS, C. Conventional bone plate fixation of the distal radius and ulna fractures in toy breed dogs. *Aust Vet J* 2016;76:80.
18. YU, J., DECAMP, C. E., ROOKS, R. Improving surgical reduction in radial fractures using „dowel” pinning technique in miniature and toy breed dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2011;24:45-49.
19. KOCH, D. Screws and plate In: JOHNSON, A. L., HOULTON, J. E. F, VANNINI, R. eds. *AO Principles of Fracture Management in the Dog and Cat*. Dübendorf; Switzerland, Georg Thieme Verlag AO Publ 2005:27-55.
20. PERREN, S. M. Backgrounds of the technology of the internal fixators. *Injury* 2003;34:SB1-SB3.
21. VERDONCK, B. Fracture repair in cats with implants for angular stability Fixin. *Proc 3rd WVOC, Bologna 15th-18th September 2010*:303.
22. VOSS, K., KULL, M. A., HAESSIG, et al. Repair of long bone fractures in cats and small dogs with the Unilock mandible locking plate system. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2009;5:398-405.
23. HULSE, D. Locking implants: monoaxial systems. *Proc 18th ESVOT Congress 2016; London 8th-10th September* 154-155.
24. FERRERO, E. C., BOERO BARONCELLI, A., PIRAS, L. A., PEIRONE, B. et al. Appendicular fractures repair in cats using the Fixin locking plate system. *Proc 18th ESVOT Congress 2016 London 8th-10th September* 154-155.
25. HAMILTON, M. H., LANGLEY HOBBS, S. J. Use of the AO veterinary mini „T”-plate for stabilisation of distal radius and ulna fractures in toy breed dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2005;18:18-25.
26. SAIKKU-BÄCKSTRÖM, A., RÄIHÄ, J. E., VÄLIMAA, et al. Repair of radial fractures in toy breed dogs with self-reinforced biodegradable bone plates, petal screws and light – weight external coaptation. *Vet Surg* 2005;34:11-17.

Adresa autora:
MVDr. Jan Hnízdo
Animal Clinic
Čistovická 44
163 00 Praha 6