

Miniinvazivní osteosyntéza zlomenin patní kosti anterolaterální úhlově stabilní dlahou

Minimally Invasive Osteosynthesis of Calcaneal Fractures Using the Anterolateral Locking Plate

V. BÁBA, L. KOPP, P. OBRUBA

Klinika úrazové chirurgie Masarykovy nemocnice Ústí nad Labem a Fakulty zdravotnických studií Univerzity J. E. Purkyně, Ústí nad Labem

ABSTRACT

PURPOSE OF THE STUDY

Extended lateral approach to calcaneus fractures is associated with a high risk of infection. Such risk can be reduced by using mini-invasive approaches. The sinus tarsi approach provides a good overview of the posterior joint facet of the calcaneus and can also be done as a mini-invasive procedure. The authors present their first experience with osteosynthesis of joint depression calcaneal fractures using the anterolateral locking plate inserted through the sinus tarsi approach.

MATERIAL AND METHODS

During the period from 1 February 2020 to 31 January 2022, 18 patients were treated by the anterolateral locking plate in the authors' department (3 women, 15 men). Eleven fractures were classified according to Sanders as IInd grade, five as IIIrd grade and two fractures were classified as tongue-type (as described by Essex-Lopresti). The fractures were treated by open reduction through the sinus tarsi approach and osteosynthesis by the anterolateral locking plate combined with headless screws. The following factors were examined: time from injury, duration of surgery, quality of reduction (post-op control with multiplanar CT scans), wound and technical complications, loss of reduction after treatment, substance abuse and comorbidities. The follow-up was 12–36 months (median 17). At one year after surgery, the functional outcomes were evaluated using the AOFAS Hindfoot score.

RESULTS

The most common negative predispositions for successful healing were smoking (9 cases), alcohol abuse, drug abuse, mild mental retardation, personality disorder, insulin-dependent diabetes and epilepsy (1 case each), hypothyroidism and bronchial asthma (2 cases each). The time from injury to surgery and duration of surgery were measured. The quality of reduction was excellent in 12 patients (dislocation less than 1 mm), good in 6 patients (dislocation less than 2 mm), dislocation more than 2 mm was not present in the group. In one case, a revision surgery was performed because of screw malposition into the subtalar joint, delayed wound healing was observed in two cases. There was no case of deep surgical site infection or loss of reduction. The mean AOFAS score after one year was 85 points. The most common complaints were scar pain or discomfort.

DISCUSSION

The current studies on osteosynthesis of calcaneal fractures favor the sinus tarsi approach for its lower risk of wound-related complications compared to the extended lateral approach. The sinus tarsi approach requires the use of different osteosynthetic material than the conventional calcaneal plate. If a conventional locking plate is to be used, the surgical approach has to be modified. In 2021, Wang et al. published an intermediate step leading to the reduction of early complications and the use of conventional locking calcaneal plate inserted through the sinus tarsi approach, with an additional incision. The sinus tarsi approach is used also when intramedullary nailing is performed, which is preferred by biomechanical studies evaluating the rigidity of osteosynthesis. However, when comparing nails and locking plates, the differences are insignificant. The use of anterolateral locking plates was presented by Xie et al., with results similar to those of our own group of patients.

CONCLUSIONS

The results of the followed-up group of patients confirm low complication rate of the sinus tarsi approach as reported by current literature. At the same time, it provides good options for reduction even in complicated fractures. For successful osteosynthesis, the anterolateral locking plate with headless screws may be used. The incidence of post-operative complications is low even in high-risk patients. Adhesions of peroneal tendons can be treated with material removal and tissue release. They could be prevented by good physiotherapy.

Key words: calcaneus, osteosynthesis, anterolateral plate, peroneal tendons, sinus tarsi approach.

ÚVOD

Současný trend v chirurgické léčbě zlomenin patní kosti upřednostňuje miniinvasivní přístupy a ochranu měkkých tkání tak, aby se co nejvíce snížilo riziko pooperačních komplikací. Názor na ideální ošetření kalkaneálních zlomenin prošel celou řadou změn a ani dnes není tato problematika zcela vyřešena.

Zavřená repozice s perkutánní fixací Kirschnerovými dráty byla v posledních dvaceti letech nahrazena nejprve dlahovou osteosyntézou, prováděnou z rozšířeného laterálního přístupu (19, 25). Ten umožňuje přímou repozici komplexních poranění, je však zatížen vysokou mírou komplikací (2). Mezi nejčastější a nejhůře řešitelné patří rozvoj ischemických ranných nekrotů a následně hlubokých infekcí. Tato situace vedla k důslednému screeningu rizikových faktorů s vyloučením rizikových pacientů z operační léčby (25). Jako faktory značně zvyšující riziko rozvoje komplikací, a tedy vedoucí ke konzervativní léčbě, byly identifikovány především věk nad 65 let, nikotinismus, etylismus a abusus dalších návykových látek, diabetes mellitus, ischemická choroba dolních končetin, nízká compliance k léčbě a imunosuprese (1, 12, 16, 20). Vlivem zvyšujícího se aktivního věku a věku dožití se zvyšuje i průměrný věk pacientů se zlomeninou patní kosti (9). Tříštivé zlomeniny kalkanea po šedesátém roce věku dnes nejsou výjimkou. S tím souvisí vyšší výskyt komorbidit a rizikových faktorů. Nejen tyto skutečnosti nás nutí k hledání šetrnějšího způsobu ošetření, který by současně zachoval výhody rozšířeného laterálního přístupu. Slibnou metodou se jeví v posledních letech sinus tarsi přístup (STA) (obr. 1). STA umožňuje dobrý přehled zadní subtalární kloubní plochy s výjimkou mediodorzální části kloubu a současně minimalizuje poškození měkkých tkání. Je tedy méně zatížen vznikem ranných komplikací a lze jej využít pro techniky šroubové, dlahové i hřebové osteosyntézy (1, 3, 11, 13, 17, 18, 20, 21, 23, 24, 26).

Autoři prezentují své první zkušenosti s osteosyntézou zlomenin patní kosti anterolaterální úhlově stabilní dlahou provedenou ze sinus tarsi přístupu.

MATERIÁL A METODIKA

V období od 1. 2. 2020 do 31. 1. 2022 bylo pro zlomeninu kosti patní na pracovišti autorů anterolaterální dlahou ošetřeno 18 pacientů. Jednalo se o 3 ženy a 15 mužů ve věku 15–66 let (medián 47), 1x byla přidružena zlomenina kosti hlezenní a 1x kosti hlezenní a současně zevního kotníku. Klasifikačně dle Essex-Loprestiho bylo 16 zlomenin kloubně depresních (Sanders II 11x a Sanders III 5x), 2 zlomeniny typu kachního zobáku.

Sledované faktory: abusus pacientů, komorbidit, odstup operace od úrazu, trvání operace, kvalita repozice (pooperační multiplanární CT kontrola), kdy dislokace do 1 mm byla hodnocena jako anatomická, do 2 mm jako dostatečná a větší dislokace než 2 mm jako nedostatečná. Dále byly hodnoceny ranné a tech-

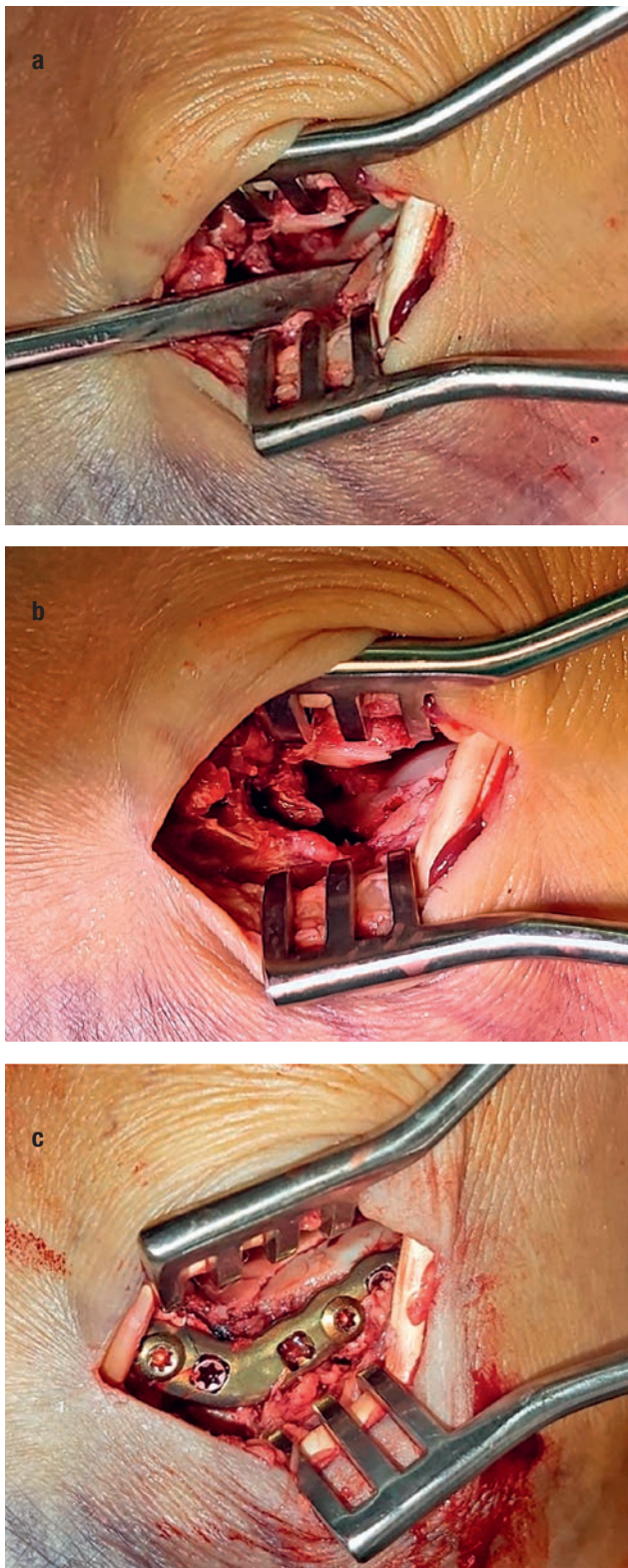
nické komplikace (malpozice šroubu), retence repozice po kostním zhojení (změna Böhlerova úhlu) a subjektivní potíže po kostním zhojení. Rentgenové kontroly byly provedeny druhý pooperační den, v šestém týdnu, za 3 a 6 měsíců, po jednom roce od výkonu a dále vždy po roce. Doba pooperačního sledování byla 12–36 měsíců (medián 17). Po jednom roce od operace byla provedena kontrola funkčních výsledků za pomoci dotazníku AOFAS pro zadonoží.

Všichni pacienti byli ošetřeni otevřenou repozicí a osteosyntézou anterolaterální úhlově stabilní dlahou (obr. 2 a, b, c). Výkon byl proveden 16krát z limitovaného STA, jedenkrát z modifikovaného anterolaterálního přístupu ke hleznu a středonoží (k současnému ošetření zlomeniny talu typu Hawkins II) a jedenkrát z přístupu Palmerova (k současnému ošetření zlomeniny laterálního výběžku talu a zevního kotníku). Přehled subtalárního kloubu byl u obou použitých přístupů srovnatelný s STA. V 11 případech byl k usnadnění repozice použit femorální distraktor, zavedený z bodových incizí do tuberkulu kosti patní a do metafýzy kosti holenní. Ke stabi-



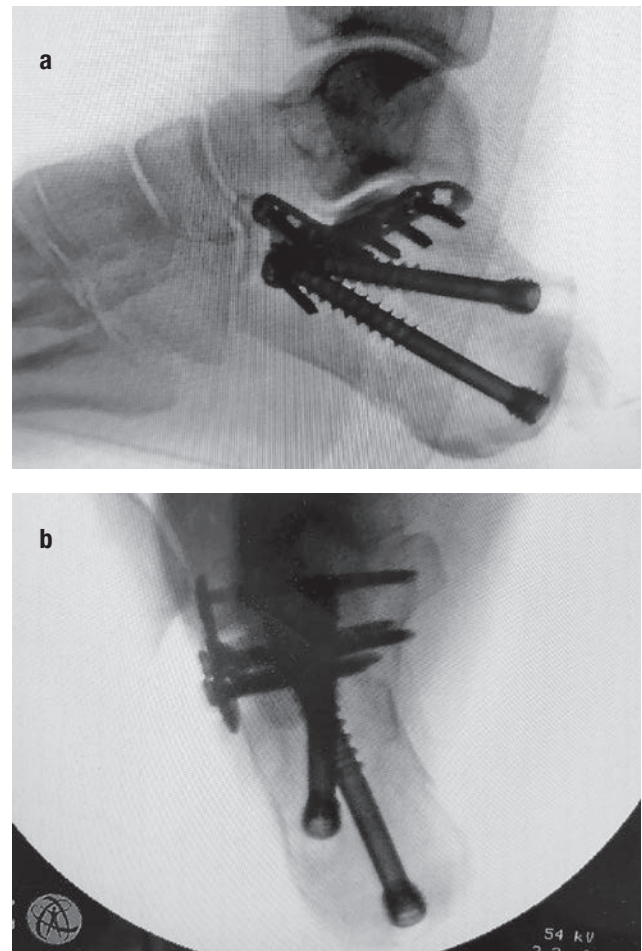
Obr. 1. Předoperační plánování: umístění incize sinus tarsi přístupu; linie řezu (plná čára), možné rozšíření přístupu (čárkovaná), průběh peroneálních šlach (tečkovaná), zevní kotník a báze 5. metatarzu (zaoblené čáry).

Fig. 1. Pre-operative planning of sinus tarsi approach; contours of external malleolus, basis of the fifth metatarsal (curved lines), incision of the sinus tarsi approach (solid line), potential extension of the incision (dashed line) and the course of peroneal tendons (dotted line) are sketched.



Obr. 2. Repozice a osteosyntéza subtalární kloubní plochy sinus tarsi přístupem; a – repozice zlomeniny, b – zreponovaná kloubní plocha před kompresí, c – zlomenina po repozici fixována anterolaterální úhlově stabilní dlahou.

Fig. 2. Visualization of the fracture line of the subtalar joint and its reduction through the sinus tarsi approach; a – fracture reduction, b – fracture reduced before compression, c – fracture reduced and fixed with the locking anterolateral plate.



Obr. 3. Peroperační rtg kontrola; a – boční projekce, b – axiální projekce.

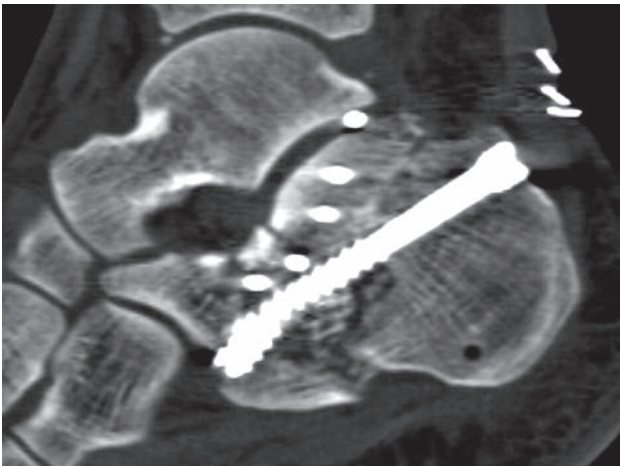
Fig. 3. Intraoperative X-rays of the performed osteosynthesis; a – lateral view, b – axial view.

lizaci byla zvolena anterolaterální úhlově stabilní dlahu s variabilním úhlem zavedení šroubů (VA Locking Anterolateral Calcaneal Plate 2.7, DePuy Synthes, Johnson&Johnson, PA, USA), v 16 případech v kombinaci s osově zavedenými bezhlavičkovými šrouby (Headless Compression Screws System, DePuy Synthes, Johnson&Johnson, PA, USA) (obr. 3 a, b). Všechny výkony byly provedeny autory práce.

Oproti jiným implantátům, při jejichž použití je využíván STA (samostatné šrouby, nitrodřeňový hřeb), umožňuje uvedená dlahu fixaci menších fragmentů subtalární kloubní plochy a předního výběžku patní kosti při kominuci. U čistě kloubně depresních zlomenin je nutné dlahu doplnit osově zavedeným šroubem či šrouby k dosažení stabilní fixace fragmentu patního hrbole.

VÝSLEDKY

Nejčastějšími negativními predispozicemi pro úspěšné zhojení byly: v devíti případech nikotinismus, jednou etylismus, jednou anamnesticky narkomanie,



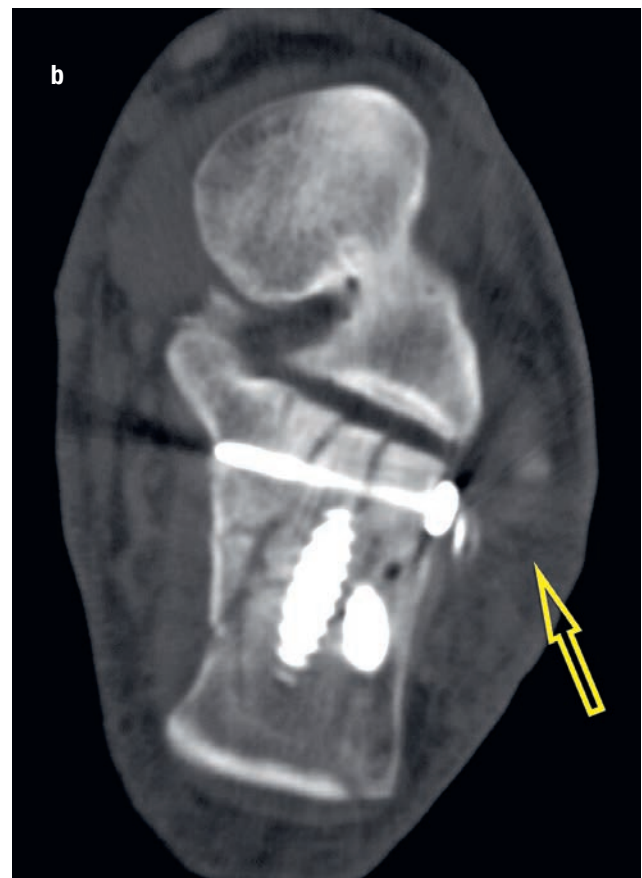
Obr. 4. Chybné zavedení úhlově stabilního šroubu do subtalárního kloubu (sagitální CT řez).

Fig. 4. Malposition of one of the locking screws into the subtalar joint (MPR CT sagittal view).

jedenkrát lehká mentální retardace a jedenkrát psychiatricky diagnostikovaná porucha chování. Mezi závažnými komorbiditami se vyskytovala jednou chronická

pankreatitida, cirhóza jater, diabetes mellitus na inzulinoterapii a epilepsie, dvakrát hypotyreóza a bronchiální astma. V jednom případě pacient trpěl vrozenou oboustrannou equinózní deformitou nohy s již provedenou prodloužením Achillovy šlachy v minulosti.

Časový odstup výkonu od úrazu byl 3–16 dní (medián 8, načasování dle stavu měkkých tkání), průměrná doba operace 81 minut (37–147 minut). Při pooperační MPR-CT kontrole byla zhodnocena kvalita repozece ve 12 případech jako anatomická a v šesti jako dostatečná s dislokací fragmentů do 2 mm, nebyl zaznamenán žádný případ nedostatečné repozece s dislokací > 2 mm. V jednom případě byla indikována časná částečná extrakce kovu pro šroub prominující do subtalárního kloubu (obr. 4). Ve dvou případech bylo hojení rány komplikováno okrajovou nekrózou se spontánním odhojením za 5 a 6 týdnů, hluboký infekční se nevyskytl. V souboru nebyla jednoznačně potvrzena korelace rizikových faktorů a měkkotkáňových komplikací (v prvním případě doba operace 111 minut, nikotinismus, etylismus, epilepsie, v případě druhém doba operace 45 minut, bez abusu, hypotyreóza). Plný nášlap byl povolen dle typu zlomeniny a známek hojení v rtg obrazu s odstupem 6–12 týdnů od výkonu (medián 10) (v jed-



Obr. 5. Zlomenina typu Sanders IIIab a její fixace anterolaterální úhlově stabilní dlahou a bezhlavičkovými kompresními šrouby (HCS) na transverzálních CT řezech; a – před repozicí, b – po osteosyntéze, šipkou označeny peroneální šlachy v těsné vzdálenosti od implantátu.

Fig. 5. Sanders IIIab type fracture fixed with a locking anterolateral calcaneal plate and headless compression screws (HCS) as viewed on transversal MPR CT scans; a – before reduction, b – after osteosynthesis, arrow showing short distance between peroneal tendons and the locking plate.

nom případě zatěžoval nespolutracující pacient plně již dva týdny od výkonu). Nebylo zaznamenáno uvolnění kovu ani ztráta repozice. K plnému zhojení zlomeniny v rtg obrazu došlo s odstupem 2–6 měsíců od výkonu (medián 4 měsíce).

V pooperačním období byly nejčastěji udávány obtížemi bolesti při chůzi po nerovném povrchu a závažná bolest. Maximum bolesti lokalizovali pacienti do jizvy po sinus tarsi přístupu. Čtyřikrát byla provedena extrakce kovu spojená s uvolněním peroneálních šlach fixovaných v jizevnatých změnách. U dvou případů došlo k vymizení potíží a návratu ke sportovním aktivitám. Hodnota AOFAS po roce od výkonu byla v rozmezí 67–98 bodů ze 100, medián 85. Všichni pacienti se vrátili k původnímu zaměstnání, 6 pacientů (30%) nepocítuje žádné potíže a jsou schopni chůze nad 10 km či sportovních aktivit.

DISKUSE

Současné práce zaměřené na osteosyntézu patní kosti preferují sinus tarsi přístup pro nižší procento raných komplikací oproti rozšířenému laterálnímu přístupu (3, 5, 11, 13, 18, 22, 23). V roce 2021 Wangem a kol. publikovaná práce představuje mezikrok ke snížení raných komplikací a zároveň užití konvenční úhlově stabilní dlahy za pomoci sinus tarsi přístupu v kombinaci s vertikální dodatečnou incizí a podvlečením implantátu (21). Někteří autoři uvádějí pravděpodobnost časnější obnovy normálního stereotypu chůze po užití sinus tarsi přístupu oproti rozšířenému laterálnímu (8). Jako faktor pozitivně ovlivňující klinický výsledek miniinvasivních metod osteosyntézy patní kosti je zmiňována artroskopická asistence, resp. artroskopická kontrola repozice zadní subtalární kloubní plochy (6, 12, 16).

První práce srovnávající dlahovou osteosyntézu rozšířeným laterálním přístupem a STA z roku 2022 uvádí přínos STA ve zkrácení hospitalizace, vyšší průměrné hodnotě AOFAS a nižší incidenci infekčních komplikací, podobně jako v našem souboru (24).

Biomechanické studie zaměřené na volbu ideálního implantátu se zaměřují především na rigiditu montáže a její náchylnost k selhání. Nelson, McIlff a kol. prezentovali vyšší rigiditu nitrodřeňové fixace s časnějším umožněním zatěžování končetiny (14). V práci Reinhardtové a kol., srovnávající nitrodřeňové patní hřeby a úhlově stabilní dlahu, autoři uvádějí vyšší primární stabilitu hřebů, nicméně dostačující u obou typů fixace (17). Práce většinou testují typ zlomeniny IIB dle Sanderse, bez zohlednění případné kominuace přední části kalkanea či výhody fixace menších fragmentů zadní subtalární kloubní plochy, kterou umožňují úhlově stabilní dlahy (7, 17). Další výhodou úhlově stabilních dlah je možnost jejich užití u osteoporotických zlomenin (7).

Dostupné práce zaměřující se na patologii peroneálních šlach ve spojitosti se zlomeninami kalkanea zohledňují především poranění šlach či jejich nestabilitu, případně se jejich patologií věnují jako součástí odlože-

ného řešení deformit zadonoží (10,15). Iritaci peroneálních šlach po výkonech využívající STA popisuje Basile a kol. v práci z roku 2016 (3) (obr. 5 a, b). Rovněž prezentuje pozitivní efekt extrakce materiálu a uvolnění měkkých tkání, který jsme pozorovali i v našem souboru. Postupem snižujícím míru rigidity jizvy a jizvení peroneálních šlach by mohla být dostatečná a kvalitní pooperační rehabilitace, doporučená a popsána van Dijkem a kol., u revizí peroneálních šlach provedených pro jejich rupturu a degeneraci (4).

ZÁVĚR

Výsledky sledovaného souboru v souladu s teorií potvrzují nízkou incidenci komplikací sinus tarsi přístupu. STA umožňuje adekvátní repozici i komplikovanějších zlomenin patní kosti. K osteosyntéze lze použít antero-laterální úhlově stabilní dlahu, která na rozdíl od ostatních implantátů umožňuje fixaci malých fragmentů zadní subtalární kloubní plochy a předního výběžku kalkanea. Výskyt pooperačních komplikací je nízký i u hůře spolupracujících pacientů či u pacientů se závažnými komorbiditami. Pooperační adheze peroneálních šlach jsou řešitelné revizí s extrakcí kovu, předcházet jim by se dalo sofistikovanou rehabilitací.

K potvrzení výsledků této práce by byla vhodná studie na větším souboru pacientů sledovaném po delší dobu.

Literatura

1. Alajmi T, Sharif AF, Majoun MA, Alshehri FS, Albaqami AM, Alshouli M. Minimally invasive sinus tarsi approach for open reduction and internal fixation of calcaneal fractures: complications, risk factors, and outcome predictors. *Cureus*. 2022;14:e21791.
2. Backes M, Spierings KE, Dingemans SA, Goslings JC, Buckley RE, Schepers T. Evaluation and quantification of geographical differences in wound complication rates following the extended lateral approach in displaced intra-articular calcaneal fractures - a systematic review of the literature. *Injury*. 2017;48:2329–2335.
3. Basile A, Albo F, Via AG. Comparison between sinus tarsi approach and extensile lateral approach for treatment of closed displaced intra-articular calcaneal fractures: a multicenter prospective study. *J Foot Ankle Surg*. 2016;55:513–521.
4. van Dijk PA, Lubberts B, Verheul C, DiGiovanni CW, Kerkhoffs GM. Rehabilitation after surgical treatment of peroneal tendon tears and ruptures. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016;24:1165–1174.
5. Freeman BJ, Duff S, Allen PE, Nicholson HD, Atkins RM. The extended lateral approach to the hindfoot. Anatomical basis and surgical implications. *J Bone Joint Surg Br*. 1998;80:139–142.
6. van Hove S, Poeze M. Outcome of minimally invasive open and percutaneous techniques for repair of calcaneal fractures: a systematic review. *J Foot Ankle Surg*. 2016;55:1256–1263.
7. Illert T, Rammelt S, Drewes T, Grass R, Zwipp H. Stability of locking and non-locking plates in an osteoporotic calcaneal fracture model. *Foot Ankle Int*. 2011;32:307–313.
8. Jandová S, Pazour J. Limitovaný versus extenzivní laterální přístup při osteosyntéze zlomenin patní kosti – srovnání časových a dynamických parametrů krokového cyklu. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2018;85:57–61.
9. Kannus P, Niemi S, Sievänen H, Korhonen N, Parkkari J. Fall-induced fractures of the calcaneus and foot in older people: nationwide statistics in Finland between 1970 and 2013 and prediction for the future. *Int Orthop*. 2016;40:509–512.

10. Ketz JP, Maceroli M, Shields E, Sanders RW. Peroneal tendon instability in intra-articular calcaneus fractures: a retrospective comparative study and a new surgical technique. *J Orthop Trauma*. 2016;30:e82–87.
11. Khazen G, Rassi CK. Sinus tarsi approach for calcaneal fractures: the new gold standard? *Foot Ankle Clin*. 2020;25:667–681.
12. Kopp L, Obruba P, Mišičko R, Edelmann K, Džupa V. Artroskopicky asistovaná osteosyntéza kalkanea: klinické a rentgenologické výsledky prospektivní studie. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2012;79:228–232.
13. Mehta CR, An VVG, Phan K, Sivakumar B, Kanawati AJ, Suthersan M. Extensile lateral versus sinus tarsi approach for displaced, intra-articular calcaneal fractures: a meta-analysis. *J Orthop Surg Res*. 2018;13:243.
14. Nelson JD, McIlff TE, Moodie PG, Iverson JL, Horton GA. Biomechanical stability of intramedullary technique for fixation of joint depressed calcaneus fracture. *Foot Ankle Int*. 2010;31:229–235.
15. Rammelt S, Marx C. Managing severely malunited calcaneal fractures and fracture-dislocations. *Foot Ankle Clin*. 2020;25:239–256.
16. Rammelt S, Sangeorzan BJ, Swords MP. Calcaneal fractures - should we or should we not operate? *Indian J Orthop*. 2018;52:220–230.
17. Reinhardt S, Martin H, Ulmar B, Döbele S, Zwipp H, Rammelt S, Richter M, Pompach M, Mittlmeier T. Interlocking nailing versus interlocking plating in intra-articular calcaneal fractures: a biomechanical study. *Foot Ankle Int*. 2016;37:891–897.
18. Stachel N, Braun BJ, Orth M, Herath SC, Rollmann MFR, Menger MM, Histing T, Pohlemann T. Locking nail versus plate fixation in calcaneal fractures: brief report on a retrospective analysis of treatment characteristics and radiographic correction potential. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2022;89:349–352.
19. Stulik J, Stehlik J, Rysavy M, Wozniak A. Minimally-invasive treatment of intra-articular fractures of the calcaneum. *J Bone Joint Surg Br*. 2006;88:1634–1641.
20. Syros A, Perez J, Hodgins BH, Boden AL, Constantinescu DS, Smith B, Davies JP, Steinlauf S. Sinus tarsi approach in high-risk patients with displaced intra-articular calcaneus fractures: a case series. *J Orthop*. 2022;34:282–287.
21. Wang CS, Tzeng YH, Yang TC, Lin CC, Chang MC, Chiang CC. Radiographic and clinical results of modified 2-incision sinus tarsi approach for treatment of calcaneus fracture. *Injury*. 2022;52:1971–1977.
22. Weber M, Lehmann O, Säggerer D, Krause F. Limited open reduction and internal fixation of displaced intra-articular fractures of the calcaneum. *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90:1608–1616.
23. Weinraub GM, David MS. Sinus tarsi approach with subcutaneously delivered plate fixation for displaced intra-articular calcaneal fractures. *Clin Podiatr Med Surg*. 2019;36:225–231.
24. Xie W, Cui X, Zhang C, Chen X, Rui Y, Chen H. Modified sinus tarsi approach with a variable-angle locking anterolateral plate for Sanders type II and III calcaneal fractures. *Foot Ankle Surg*. 2022;28:872–878.
25. Zwipp H, Tscherne H, Thermann H, Weber T. Osteosynthesis of displaced intraarticular fractures of the calcaneus. Results in 123 cases. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;290:76–86.
26. Zwipp H, Paša L, Žilka L, Amlang M, Rammelt S, Pompach M. Introduction of a new locking nail for treatment of intraarticular calcaneal fractures. *J Orthop Trauma*. 2016;30:e88–92.

Korespondující autor:

MUDr. Vít Bába

Klinika úrazové chirurgie

Masarykovy nemocnice Ústí n. L. a FZS UJEP

Sociální péče 3316/12a

401 13 Ústí nad Labem

E-mail: vit.baba@kzcr.eu