

PŮVODNÍ PRÁCE/ORIGINAL PAPER

Naše zkušenosti s náhradou hlezna Trabecular Metal Total Ankle

Our Experience with Trabecular Metal Total Ankle System

STANISLAV POPELKA¹, JIŘÍ BEK¹, STANISLAV POPELKA, ML.¹, NIKOLA VEREŠOVÁ¹,
RASTISLAV HROMÁDKA^{1,2}

¹Ortopedická klinika 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

²Anatomický ústav 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy, Praha

Korespondující autor:

Prof. MUDr. Stanislav Popelka, CSc.
Ortopedická klinika 1. LF UK a FN Motol
V Úvalu 84
150 06 Praha 5
mudr.popelka@volny.cz

Popelka S, Bek J, Popelka S ml., Verešová N, Hromádka R. Naše zkušenosti s náhradou hlezna Trabecular Metal Total Ankle. Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2025;92:320–325.

ABSTRACT

Purpose of the study

One of the surgical treatment options for advanced ankle joint destruction with various etiologies is the total joint replacement. Its significant upside is the preservation of range of motion of the ankle joint and less stress on forefoot joints compared to ankle arthrodesis. Since 2022, we have been using the Zimmer Trabecular Metal Total Ankle inserted via a lateral transfibular approach. This study aims to evaluate the initial outcomes and experience with this implant.

Patients and methods

Between 2022 and 2024, 65 total ankle replacements were performed in 63 patients using the lateral transfibular approach. Long oblique osteotomy is newly performed in the frontal plane, replacing the original type of osteotomy in the sagittal plane. After releasing and removing the distal fragment of the fibula distally and dorsally, the lower limb and ankle are placed in an alignment frame, which is fixed with Steinmann pins to the calcaneus, anterior border of the tibia, and the talus bone. The centre of rotation of the ankle is identified using

the side bars anchored in the frame. Using the burs, guided by Cutting Guides that are locked to the frame, the talus and distal tibia are removed. After testing, rail holes are drilled in the resected surfaces for the original implants. After releasing the tourniquet, the original components are inserted and osteosynthesis of the fibula is performed. During the study, the previously performed fibula osteosynthesis with LCP was replaced by lag screws. Postoperatively, the ankle is supported with a brace for the period of 5 weeks, after which the patient is permitted to fully weight-bear.

Results

A total of 63 patients (32 women and 31 men) were followed, in whom 65 total ankle replacements were performed. The mean age of the patient was 56 years (age range 30 to 80 years). The mean follow-up period was 14.6 ± 9.3 months (3 to 38 months). The most frequent indication was post-traumatic ankle arthritis, namely in 46 cases (70.8%). Furthermore, there were 5 patients (7.7%) with post-traumatic ankle ankylosis, 9 patients (13.8%) with primary osteoarthritis, and in 5 patients (7.7%) the indication was the damage caused by rheumatoid arthritis.

Deep bacterial infection of the prosthesis requiring revision was reported in 3 cases (4.6%). Superficial infection of

the surgical wound was seen in 4 other cases (6.2%), which did not require hospitalization.

Plate osteosynthesis of the fibula was removed in 7 cases (13.8%), 5 times due to infection and 2 times due to soft tissue irritation. One case of asymptomatic non-union of fibula was observed.

Discussion

The benefit of total ankle replacement is the preservation of motion of the operated joint, whereas the complication rate is twice as high as in arthrodesis. Contraindications for ankle replacement include significant varus and valgus deformities of the ankle, ankle instability, necrosis of the talus, severe diabetes mellitus, and severe limb ischemia. The advantage of the transfibular approach is the ability to partly correct deformities of the ankle joint and the position of varus or valgus. It provides a better view of the dorsal structures of the ankle and allows accurate identification of the centre of rotation. Another advantage is the low thickness of the components, requiring minimal bone resection. The main disadvantage is the longer operative time and longer learning curve. Other disadvantages include the complications associated with osteosynthesis and fibula healing, such as non-union or soft tissue irritation by plate. The incidence of superficial and deep infection

is also slightly higher compared to the anterior approach.

Conclusions

The Zimmer Trabecular Metal Total Ankle system is one of the treatment options

for ankle joint destruction provided it is correctly indicated. However, the surgical procedure is a challenge and requires an experienced surgeon. When the indication is correct, the system brings very good short-term outcomes.

Nonetheless, longer follow-up period is necessary since the incidence of complications will certainly increase over time.

Key words: osteoarthritis, ankle joint, total ankle replacement, arthrodesis.

ÚVOD

Hlezenní kloub je vysoce kongruentní kloub a má složitou biomechaniku, je staticky i dynamicky nejvíce zatěžovaným kloubem končetin. Primární artróza hlezna je méně častá než posttraumatická. Příčinou degenerace mohou být i nitrokloubní zlomeniny hlezenního kloubu, osteochondrální defekty a poranění vazů, které vedou k nestabilitě hlezna. Další příčinou postižení hlezna jsou různá metabolická onemocnění (dnavá artritida) a systémové onemocnění pojivové tkáně (revmatoidní artritida apod.).

Jednou z možností operační léčby je náhrada kloubu. Výhodou je zachování hybnosti a menší zatížení kloubů předonoží než u artrodézy. Na 1. ortopedické klinice 1. LF UK a FN Motol jsme první náhradu hlezna provedli v říjnu 2003 a od té doby jsme provedli 392 implantací. Postupně jsme získali zkušenosti s náhradou hlezna AES (Biomet), Mobility (DePuy), Rebalance Ankle (Biomet), Taric (Biosolution), Hintegra (Integra), a Trabecular Metal Total Ankle (Zimmer) (5, 14, 15).

Náhrada hlezna není jednoduchým výkonem a výsledek značně záleží na zkušenosti operátora. Se zlepšováním tvarových a materiálových charakteristik implantátů hlezna je kloubní náhrada dnes častěji indikována, než tomu bylo v minulých letech, přesto by měla být indikována uvážlivě, neboť komplikace po náhradě hlezna jsou častější, než u jiných náhrad velkých kloubů a jsou obtížně řešitelné.

Tato práce zahrnuje první výsledky a zkušenosti s náhradou hlezenního kloubu Zimmer Trabecular Metal, která je implantována z laterální transfibulárního přístupu.

MATERIÁL A METODIKA

Na 1. ortopedické klinice 1. LF UK a FN Motol bylo od ledna 2022 do konce roku 2024 implantováno 65 endoprotéz hlezenního kloubu Zimmer Trabecular Metal (TM) u 63 pacientů. U dvou pacientů byla operace tedy provedena oboustranně.

Hlavním indikačním kritériem byla bolest hlezenního kloubu nereagující na konzervativní terapii a omezující mobilitu pacienta. Relativní kontraindikace implantace jsou nekorigovatelná deformita zadní části nohy, omezená dorziflexe hlezna, kouření a diabetes mellitus (17). Absolutní kontraindikace implantace byly ve studii: floridní infekce, těžká nestabilita hlezna, nekróza hlezenní kosti a neuropatie dolních končetin (6).



Obr. 1. Osteotomie distální části fibuly ve frontální rovině a fixace fragmentu Kirschnerovým drátem.

Fig. 1. Osteotomy of the distal part of the fibula in the frontal plane and fixation of the fragment with Kirschner wires.

Implantace endoprotézy probíhá v poloze pacienta na zádech s podloženým bokem, tak aby nedocházelo k zevně rotačnímu postavení dolní končetiny, a tím i hlezna. Operační přístup je veden laterálně podélně v průběhu distální části lýtkové kosti a končí přibližně 1 cm pod hrotem zevního kotníku. Postupně uvolňujeme distální část fibuly, poté měkké tkáně na přední části hlezna, odstraňujeme okrajové osteofyty, ozřejmujeme fibulu. Následně provádíme dlouhou šikmou osteotomii fibuly ve frontální rovině (22). Osteotomie začíná proximálně na zadní straně fibuly a pokračuje distálně dopředu a končí nad úrovní hlezenního kloubu (obr. 1). Tento typ nahradil originální typ osteotomie v sagitální rovině (23).

Po osteotomii uvolňujeme distální fragment se zevním kotníkem, protínáme přední část tibiofibulárních a talofibulárních vazů. Fibulu sklápíme distálně a dorzálně. Fixujeme ji Kirschnerovým drátem (obr. 1), čímž máme dobrý přehled o talocrurálním kloubu z laterální strany. Postavení fragmentu laterálního kotníku musí být dostatečně distálně, aby umožnilo přímé frézování zadní hrany tibie z laterálního přístupu. Někdy



Obr. 2. Pozice dolní končetiny v cílicím rámu.

Fig. 2. Position of the lower limb in the frame with the Cutting Guide.

je potřeba připojit i samostatný mediální přístup k odstranění osteofytů u vnitřního kotníku. Pokud je před operací zkrácena Achillova šlacha, provádíme její perkutánní prolongaci nářezy s redresem.

Bérec a hlezno poté vkládáme do cílicího rámu (obr. 2) a zavádíme Steinmanovy hřeby do patní kosti, přední hrany tibie a do hlezenní kosti k fixaci končetiny v rámu. Podélné tyče rámu musí být orientovány a zajištěny v pozici paralelně s podélnou osou bérce pod kontrolou rtg přístroje.

Pomocí šablon ukotvených v rámu následně zjišťujeme centrum rotace hlezenního kloubu. Posuvné cílicí zařízení se posouvá na podélných tyčích rámu a umožňuje nastavení resekčního bloku nejenom proximo-distálně, ale také ventro-dorzálně. Následně rotační frézou odstraňujeme pomocí cílicího bloku zbytky chrupavek a subchondrální kost (obr. 3, 4). Poloha resekčních šablon a určení centra rotace hlezna je rozhodující pro správnou funkci náhrady.

Po vyzkoušení zkušebních komponent frézujeme zářezy na resekovaných kloubních plochách pro originální implantáty. Implantáty protézy jsou dodávány v 6 velikostech. Komponenta pro hlezenní kost je stranově odlišná pro levou a pravou stranu. Komponenta pro holenní kost je oboustranná s pevně ukotveným polyetylenem (obr. 5), který se vyrábí ve 3 tloušťkách (standard, +2 a +4 mm).

Před implantací komponent pouštíme turniket, stavíme případná krvácení a implantujeme necementované originální komponenty (obr. 6). Po implantaci provádíme osteosyntézu fibuly. V počátcích jsme u pacientů používali osteosyntézu fibuly LCP dlahou. V poslední době používáme k osteosyntéze pouze tahové šrouby.

Po operaci fixujeme hlezno sádrovou dlahou anebo vysokou pooperační ortézou umožňující nášlap. První převaz je



Obr. 3. Frézování ploch hlezenního kloubu pro implantaci komponent.

Fig. 3. Removing articular surfaces of the ankle joint using the bur for component insertion.



Obr. 4. Odstraněné zničené kloubní plochy hlezenního kloubu před implantací komponent.

Fig. 4. Removed damaged articular surfaces of the ankle joint prior to the insertion of components.

po 5 až 7 dnech a poté kontrola na ambulanci k odstranění stehů kolem 14. pooperačního dne. Po 2 až 3 týdnech možné postupné zatěžování končetiny v ortéze. Po 4 až 5 týdnech



Obr. 5. Originální komponenty protézy Zimmer Trabecular Metal.

Fig. 5. Original Zimmer Trabecular Metal components.



Obr. 6. Originální komponenty Zimmer Trabecular Metal implantovány na reseko-
vané kloubní plochy.

Fig. 6. Original Zimmer Trabecular Metal components implanted in the resected
particular surfaces.

možné sejmout ortézu a začít s postupnou plnou zátěží a rehabilitací. Zátěžový rtg snímek hlezna provádíme 6 až 8 týdnů po operaci k určení pozice náhrady.

VÝSLEDKY

Do studie bylo zařazeno 63 pacientů (32 žen a 31 mužů), u kterých bylo implantováno 65 endoprotéz Zimmer Trabecular Metal. Průměrný věk pacienta byl 56 let (30 až 80 let). Průměrná délka sledování pacientů byla $14,6 \pm 9,3$ měsíců (rozsah, 3 až 38 měsíců). Ve skupině pacientů byli nejčastěji zastoupeni pacienti s posttraumatickou artrózou hlezenního kloubu ve 46 případech (70,8 %), u 5 pacientů (7,7 %) se jednalo o posttraumatickou ankylozu hlezna, u 9 pacientů (13,8 %) o primární artrózu a u 5 pacientů (7,7 %) byla indikací k operaci revmatoidní artritida.

Ve skupině 65 operací jsme zaznamenali hlubokou bakteriální infekci s celkovou reakcí organismu, která vyžadovala hospitalizaci, ve 3 případech (4,6 %; 3 týdny, 4 týdny a 4 měsíce po operaci). Tito pacienti byli operováni, byla provedena revize implantátu, provedena pulzní laváž, extrakce dlahy a podávána intravenózní antibiotika. V žádném z těchto případů nebyl proveden zásah na endoprotéze, tedy její výměna. Všichni pacienti byli operováni do jednoho týdne od vzniku příznaků hluboké infekce. Ve 4 dalších případech (6,2 %) jsme zaznamenali povrchovou infekci v operačním přístupu, která byla léčena bez hospitalizace perorálními antibiotiky. Ve 2 případech byla doplněna extrakce dlahy z fibuly.

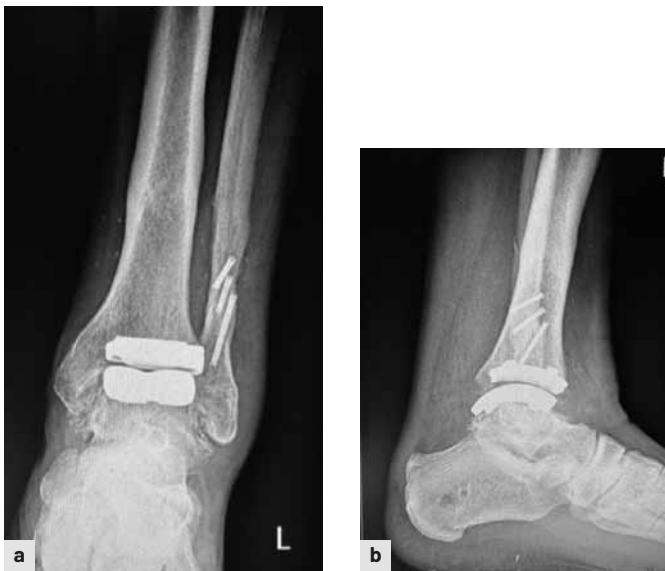
V souboru byla fixační dlahy odstraněny v 7 případech (13,8 %), kromě pěti infekčních stavů i ve dvou případech, kdy dlahy dráždila měkké tkáně na laterální straně hlezna.

DISKUSE

Náhrada hlezenního kloubu je jednou z možností léčby posledního stadia degenerace hlezenního kloubu. Tento zákrok má několik výhod, při porovnání s druhou nejčastěji používanou technikou léčby, artrodézou hlezenního kloubu (18). Hlavní výhodou náhrady je zachování zbytkového pohybu kloubu a odstranění bolesti. Zatímco znehybnění hlezenního kloubu zbytkový pohyb odstraňuje, a tím zvyšuje zátěž okolních kloubů nohy. Hlavní nevýhodou implantace protézy je stále vysoká, až dvojnásobná (1), četnost pooperačních komplikací v porovnání se znehybněním hlezna (9).

Indikační kritéria pro implantaci protézy hlezna se mění podle nejnovějších poznatků. Všichni pacienti by měli podstoupit před plánovanou operací konzervativní terapii, která pokud nevede k uspokojivému zmírnění symptomů, tak zlepšuje podmínky pro případnou operaci. V současné době hlavní skupinou pacientů podstupující operaci je skupina s posttraumatickou destrukcí hlezenního kloubu, destrukcemi na podkladě systémových onemocnění pojiva a deformitami zadní nohy vedoucími k degenerativnímu poškození kloubních ploch. Relativní kontraindikací je osteoporóza, diabetes mellitus, imunosuprese, neurologické onemocnění, věk pacienta, avaskulární nekróza talu a výrazná deformita a nestabilita hlezna. Absolutními kontraindikacemi jsou aktivní infekce, Charcotova osteoarthropathie a onemocnění periferních cév (6). Zejména relativní kontraindikace vzhledem k věku pacienta se mění. V současnosti se věková hranice snižuje a pacienti pod 55 let věku mají lepší funkční výsledky (2). V našem souboru byl průměrný věk pacientů 56 let. U mladých pacientů bychom náhradu měli indikovat uvážlivě, vzhledem k vysokému počtu komplikací a přežití protézy. Nejmladší pacientce s posttraumatickou destrukcí hlezna v našem souboru bylo 30 let.

Implantace protézy z předního i laterálního přístupu přináší obtíže v hojení operačního přístupu. Přední přístup vykazuje až 40 % komplikací s hojením kožního krytu (11, 16). Nicméně ani laterální přístup není zcela bez komplikací. Zejména v situacích, kdy je protéza implantovaná po zlomenině laterálního kotníku skrze jizvu a je spojena s odstraněním dlahy po předchozí osteosyntéze. Transfibulární přístup vykazuje 5 % povrchových infekcí v porovnání s předním přístupem, kde se objevují ve 3 %. Hluboké infekce se vyskytují ve 4 % v případě transfibulárního přístupu a přibližně 1 % při implantaci z předního přístupu (21). V našem souboru jsme zaznamenali výskyt povrchové infekce v 6,2 % případech. Pacienti byli sledováni a léčeni antibiotiky (Klindamycin). U dvou případů byla odstraněna dlahy ze zevního kotníku. Tiusanen a kol. (19) uvádí 9 % povrchových a 3 % hlubokých infekčních komplikací laterálního přístupu. Hlubokou infekční komplikaci laterálního přístupu v našem souboru jsme zaznamenali u třech pacientů (4,6 %). Pacienti byli hospitalizováni a léčeni intravenózní ATB terapií (Vankomycin v kombinaci s Levofloxacinem nebo Benemycinem) a provedena revize bez zásahu na implantátu.



Obr. 7a, b. Pooperační snímky endoprotézy v boční a AP projekci.

Fig. 7a, b. Postoperative lateral and AP X-rays of the endoprosthesis.

Po operaci byla používána podtlaková terapie v chirurgickém přístupu. Četnost našich infekčních komplikací je porovnatelná s výsledky finské studie (19). DeVries (3) popisoval ve své studii až 25% incidenci komplikací po osteotomii a v 15 % byly dlahy v jeho studii odstraněny, protože způsobovaly dráždění na zevní straně hlezna. Tyto obtíže mohou být vyřešeny používáním 2 až 3 tahových šroubů (obr. 7) místo dlahy při fixaci osteotomie fibuly (20). V současné době (únor 2025) již používáme standardně pouze šrouby pro fixaci osteotomie fibuly. V naší studii jsme odstranili dlahy v 5 případech (7,7 %) z důvodu infekce, ale z důvodů dráždění pouze ve 2 případech (3 %). V souboru jsme zaznamenali i jednoho pacienta s pakloubem v místě osteotomie fibuly (1,5 %), který je však bez výrazných subjektivních obtíží (obr. 8).



Obr. 8. Pakloub fibuly u pacienta, 20 měsíců po operaci.

Fig. 8. Fibula non-union in the patient, 20 months after surgery.

Implantace protézy může být spojena s poraněním periferních nervů. Nejčastěji bývají poraněny periferní nervy v místě laterálního přístupu. Zejména *n. suralis*, *n. fibularis superficialis* a *profundus* (19). Na mediální straně po frézování hlezenní kosti může být poraněn *nn. plataris medialis*. Nicméně tento nerv je chráněn šlachami, zejména *flexor hallucis longus*. Tyto nervy nemusí být poraněny přímo, ale také termicky při používání rotační frézy. V našem souboru jsme nezaznamenali poranění periferních nervů.

V současnosti se používají endoprotézy s pohyblivým a i pevně ukotveným plastem na tibiální komponentě. Oba typy mají obdobné dlouhodobé výsledky. Postupně ale klesá obliba náhrad s pohyblivým platem mezi kotvicími komponentami (4). Náhrada Zimmer Trabecular Metal Total Ankle má střednědobé pětileté přežití 92,1 % až 98 % (7, 10). Náš soubor pacientů má v průměru 14,6měsíční sledování a přežití protéz v našem souboru je obdobné pro krátkodobé studie (12, 13) tj. 94 % až 98 %.

Laterální transfibulární přístup v implantaci nabízí několik výhod v porovnání se standardním předním přístupem. Hlavní výhodou je jeho schopnost korigovat deformity hlezenního kloubu, čímž se rozšiřují chirurgické indikace. To je obzvláště užitečné u rotačních a sagitálních póurazových deformit. Postavení patní kosti ve smyslu varozity a valgosity lze měnit umístěním hlezna v rámu a tahem za patní kost a podle toho upravit resekci v kloubní štěrbině na mediální anebo laterální straně (19). V přístupu lze lépe identifikovat zadní hranu tibiie, odstranit případné osifikace a uvolnit zadní pouzdro (7). Rovněž tak je možné přímo vidět střed otáčení hlezenního kloubu a jeho vztah k ose bérce (8, 21, 22). Výhoda je také, že tloušťka komponent je malá a resekce kosti je minimální. Hlavní nevýhoda je prodloužení operačního času a delší učební křivka. Rovněž tak opět musíme zmínit provedení osteotomie, komplikace spojené s osteosyntézou a hojením fibuly.

Pro dobrý výsledek je nutná správná indikace. Hlezno musí být stabilní. Nestabilita hlezna i malého stupně vede rychle k přetížení a selhání některé z komponent. Podmínkou úspěšné operace je také dobrý stav a trofika kůže s předpokladem jejího rychlého hojení. Hlezno by mělo být bez varózní nebo valgózní deviace. Tolerujeme 10° až 15° varozitu nebo valgozitu hlezna (9). Podmínkou je samozřejmě i spolupracující pacient. Kontraindikací operačního výkonu je nekróza talu, stavy po infekčních komplikacích, nespokojivý pacient, nestabilita hlezna, těžký diabetes mellitus a trofické změny na dolní končetině (17). U některých pacientů provádíme před operací cévní vyšetření. U pacientů závislých na nikotinu je podmínkou výrazné omezení kouření.

V případech nejasného rentgenologického nálezu, kdy jsme chtěli vyloučit nekrózu hlezenní kosti, jsme indikovali magnetickou rezonanci nebo CT hlezna. Toto vyšetření je důležité v případech posttraumatické artrózy, kdy zjišťujeme vitalitu hlezenní kosti a tvar distální tibiie a talu, kde po úrazu mohou

přetrvávat rozsáhlé kostní defekty a cysty, které mohou komplikovat implantaci jednotlivých komponent.

ZÁVĚR

Totální náhrada hlezenního kloubu je jedna z možností léčby destrukce hlezenního kloubu. Její implantace ale stále zůstává technicky náročnou a je zatížená vysokou mírou komplikací. Chirurgové by měli mít dostatečné zkušenosti a pacienti by

měli splňovat kritéria pro implantaci protézy. Takto je možné dosáhnout dobrých výsledků, ale s komplikacemi, které jsou vyšší než v případě náhrady kyčelního nebo kolenního kloubu.

Limitace výsledků naší krátkodobé studie jsou zejména v délce sledování souboru operovaných pacientů. Příkladem může být pakloub fibuly, který jsme zaznamenali pouze jednou, nicméně je možné, že v souboru v budoucnu bude těchto pakloubů víc. Rovněž tak, hluboké infekční komplikace můžeme označit za ranné a nikoliv hematogenní, které jsme v našem souboru nepozorovali, a mohou se objevit v budoucnu. ■

Literatura

- Daniels TR, Younger AS, Penner M, Wing K, Dryden PJ, Wong H, Glazebrook M. Intermediate-term results of total ankle replacement and ankle arthrodesis: a COFAS multicenter study. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96:135–142.
- Demetracopoulos CA, Adams SB, Jr., Queen RM, DeOrio JK, Nunley JA, 2nd, Easley ME. Effect of age on outcomes in total ankle arthroplasty. *Foot Ankle Int.* 2015;36:871–880.
- DeVries JG, Derksen TA, Scharer BM, Limoni R. Perioperative complications and initial alignment of lateral approach total ankle arthroplasty. *J Foot Ankle Surg.* 2017;56:996–1000.
- Gougoulas N, Khanna A, Maffulli N. How successful are current ankle replacements?: a systematic review of the literature. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468:199–208.
- Henricson A, Popelka S, Rydholm U. Six year results of the Rebalance mobile bearing total ankle replacement. *Foot Ankle Surg.* 2021;27:66–69.
- Chou LB, Coughlin MT, Hansen S, Jr., Haskell A, Lundeen G, Saltzman CL, Mann RA. Osteoarthritis of the ankle: the role of arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg.* 2008;16:249–259.
- Kim J, Gagne OJ, Rajan L, Caolo K, Sofka C, Ellis SJ, Demetracopoulos CA, Deland JT. Clinical outcomes of the lateral trabecular metal total ankle replacement at a 5-year minimum follow-up. *Foot Ankle Spec.* 2023;16:288–299.
- Maccario C, Tan EW, Di Silvestri CA, Indino C, Kang HP, Uselli FG. Learning curve assessment for total ankle replacement using the transfibular approach. *Foot Ankle Surg.* 2021;27:129–137.
- Morash J, Walton DM, Glazebrook M. Ankle arthrodesis versus total ankle arthroplasty. *Foot Ankle Clin.* 2017;22:251–266.
- Mosca M, Caravelli S, Vocale E, Maitan N, Grassi A, Massimi S, Fuiano M, Zaffagnini S. Clinical-radiological outcomes and complications after total ankle replacement through a lateral transfibular approach: a retrospective evaluation at a mid-term follow-up. *Int Orthop.* 2021;45:437–443.
- Myerson MS, Mroczek K. Perioperative complications of total ankle arthroplasty. *Foot Ankle Int.* 2003;24:17–21.
- Norvell DC, Ledoux WR, Shofer JB, Hansen ST, Davitt J, Anderson JG, Bohay D, Coetzee JC, Maskill J, Brage M, Houghton M, Sangeorzan BJ. Effectiveness and safety of ankle arthrodesis versus arthroplasty: a prospective multicenter study. *J Bone Joint Surg Am.* 2019;101:1485–1494.
- Piga C, Maccario C, D'Ambrosi R, Romano F, Uselli FG. Total ankle arthroplasty with valgus deformity. *Foot Ankle Int.* 2021;42:867–876.
- Popelka S, Vavřík P, Landor I, Hach J, Pech J, Sosna A. Naše zkušenosti s náhradou hlezna AES [Our experience with AES total ankle replacement]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2010;77:24–31.
- Popelka S, Sosna A, Vavřík P, Jahoda D, Barták V, Landor I. Jedenáctileté zkušenosti s náhradou hlezna [Eleven-Year Experience with Total Ankle Arthroplasty]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2016;83:74–83.
- Pyevich MT, Saltzman CL, Callaghan JJ, Alvine FG. Total ankle arthroplasty: a unique design. Two to twelve-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 1998;80:1410–1420.
- Raikin SM, Kane J, Ciminiello ME. Risk factors for incision-healing complications following total ankle arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92:2150–2155.
- Terrell RD, Montgomery SR, Pannell WC, Sandlin MI, Inoue H, Wang JC, SooHoo NF. Comparison of practice patterns in total ankle replacement and ankle fusion in the United States. *Foot Ankle Int.* 2013;34:1486–1492.
- Tiusanen H, Kormi S, Kohonen I, Saltychev M. Results of trabecular-metal total ankle arthroplasties with transfibular approach. *Foot Ankle Int.* 2020;41:411–418.
- Uselli FG, Maccario C. Pearls and pitfalls for a surgeon new to ankle replacements. *Foot Ankle Clin.* 2017;22:477–489.
- Uselli FG, Indino C, Maccario C, Manzi L, Liuni FM, Vulcano E. Infections in primary total ankle replacement: anterior approach versus lateral transfibular approach. *Foot Ankle Surg.* 2019;25:19–23.
- Uselli FG, Indino C, Maccario C, Manzi L, Romano F, Aiyer A, Kaplan JRM. A modification of the fibular osteotomy for total ankle replacement through the lateral transfibular approach. *J Bone Joint Surg Am.* 2019;101:2026–2035.
- Uselli FG, Maccario C, Indino C. Outcomes of lateral transfibular approach for total ankle replacement. *Foot Ankle Clin.* 2024;29:69–80.