

Kalusdistrakce v léčení poúrazových defektů femuru a tibie

Callus Distraction in the Treatment of Post-Traumatic Defects of the Femur and Tibia

R. VESELÝ^{1,2}, V. PROCHÁZKA^{1,2}

¹ Úrazová nemocnice v Brně

² Klinika traumatologie Lékařské fakulty Masarykovy univerzity Brno

ABSTRACT

PURPOSE OF THE STUDY

Evaluation of the results in patients treated for post-traumatic defects by the method of callus distraction of the femur and tibia using a monolateral external fixator.

MATERIAL AND METHODS

The group comprised 42 patients, 38 men and 4 woman, who underwent callus distraction using a monolateral external fixator in the Trauma Hospital Brno in the period from 2003 to 2010. The average age of the patients on the day gradual callus distraction was commenced was 32 (18–64) years. Post-traumatic bone defects were treated in 31 patients and deformities resulting from resection of post-traumatic infection loci in 11 patients. The tibia was involved in 34 and the femur in eight patients. The average follow-up in the out-patient department was 24.3 months (range, 7 to 118 months) after the fixator had been removed. The monolateral external fixator LRS Orthofix (Italy) was used in all patients.

RESULTS

The average length of defects treated by callus distraction was 5.5 cm (3–16 cm). The average interval between osteotomy and distraction commencement was 6.1 days (4–8 days). The average duration of distraction was 74 days (33–162 days); the average time of fixator application was 168 days (138–416 days). The average healing index was 42 days per cm of bone (26–88 days per cm). The treatment of soft tissue loss during callus distraction was necessary in six patients (14.3%). Of these, two (4.8%) had local fasciocutaneous flap skin coverage, and four (9.5%) free issue transfer. A total of 38 complications were treated, i.e., 0.9 complication per each callus distraction of the femur or tibia. Of them, pin-tract infection was most frequent and was recorded in 21 patients (50%). It was usually managed by regimen arrangement and oral antibiotic therapy. The screw had to be removed due to septic loosening in five patients (11.9%). Breakage of a fixator pin occurred in three patients (7.1%). No fracture after fixator removal was recorded. Callus angulations were managed by correction of fixator during distraction in two patients (4.8%). In one patient (2.4%), premature healing of fibular osteotomy was treated by a new resection osteotomy. One patient (2.4%), following callus distraction, underwent Achilles tenotomy. The docking site after segmental bone transport did not heal in two patients (4.8%) who subsequently underwent revision surgery involving spongioplasty; bone union was achieved. Callus distraction in all patients was completed with the use of external fixators initially applied. All patients achieved full weight-bearing on the treated extremity.

DISCUSSION

In this study we evaluated the results of callus distraction carried out by means of a monolateral external fixator. This type of fixation seems very useful because the telescopic system allows for adjustment without necessity to change its assembly. Dynamic adjustment is important at the stage of callus maturation. A monolateral fixator is better tolerated by patients than is a circular fixator, though both systems give the same results. The process of callus distraction is associated with many different complications. Neither the height of femoral or tibial osteotomy, nor the method of its performance had any significant effect on callus formation. Spin-tract infection is the most common complication. Its frequency can be reduced by using 6-mm pins coated with hydroxyapatite. Delayed healing is rare in simple callus distraction but occurs in the cases of segmental bone transport or repeated osteotomy.

CONCLUSIONS

The method of callus distraction is effective in the management of large bone defects. The treatment procedure depends on the extent of bone loss, size and type of soft tissue damage and presence or absence of infection. We prefer the use of monolateral external fixators for their ability of form adjustment and of 6-mm pins coated with hydroxyapatite.

Key words: callus distraction, post-traumatic bone defect, external fixator.

ÚVOD

Kalusdistrakce je operační metoda, kterou lze korigovat nestejnou délku končetin, případně rotační úchylku. Umožňuje léčení ztrátových poranění kosti bez nutnosti použití kostních štěpů. Dílčími kroky jsou osteotomie a postupná kontrolovaná distrakce svalu pomocí zevního fixátoru nebo nitrodřeňového hřebu. Nově vznikající kost přemostuje vznikající defekt, remodeluje se a vyzrává do nové kostní struktury, která je makroskopicky i biomechanicky totožná s původní kostí. Metody kalusdistrakce byly rozvíjeny od Codivillou aplikovaných pinů s trakcí k prolongaci přes Ilizarovem aplikované kruhové zevní fixátory po monolaterální fixátory umožňující dynamizaci (3, 11). Kruhový fixátor je oblíben pro možnosti modelace svalu ve všech směrech včetně možnosti korekce úchylky a je často používán (10, 22, 27, 28). Je hůře tolerován pacienty pro jeho objemnost a složitější pooperační ošetřování. Vhodnou alternativou jsou monolaterální zevní fixátory (5, 14, 19), které umožní nejen modelace svalu ve všech rovinách, ale i teleskopickou dynamizaci systému, důležitou ve fázi vyzrávání svalu. Vlastní proces prodlužování dlouhé kosti v sobě ukrývá vysoké procento komplikací (4, 36). Indikacemi kalusdistrakce jsou léčba inequality dlouhých kostí, vrozené deformity, paklouby, poúrazové kostní defekty, kostní infekty nebo tumory. Práci pojednávajících o kalusdistrakci je mnoho. Většina se zabývá použitím této metody u stavů s vrozenými deformitami (12, 13, 23). Náš soubor hodnotí pouze pacienty s poúrazovými stavy a cílem našeho sdělení je informovat o výsledcích použití metody kalusdistrakce femuru a tibie monolaterálním zevním fixátorem v poúrazové indikaci.

MATERIÁL A METODIKA

Od roku ledna 2003 do prosince 2010 bylo v Úrazové nemocnici v Brně léčeno 42 pacientů, kteří podstoupili kalusdistrakci pomocí zevního fixátoru. V souboru bylo 38 mužů a 4 ženy. Řešeny byly poúrazové kostní defekty u 31 pacientů (73,7 %) a defekt vzniklý po resekci poúrazového infekčního ložiska u 11 pacientů (26,3 %). Primárním poraněním byla převážně otevřená zlomenina při vysokoenergetickém poranění. Ve 34 případech (81 %) byla poraněna tibia a v 8 případech (19 %) stehenní kost. Průměrná doba ambulantního sledování byla 24,3 měsíců od odstranění fixátoru (7–118 měsíců). Průměrný věk byl v den zahájení kalusdistrakce 32 let (18–64 let). Všechny operace byly provedeny pomocí monolaterálního zevního fixátoru (LRS, Orthofix, Itálie). V 16 případech (38,1 %) se současně s délkou dlouhé kosti korigovala i axiální nebo rotační úchylka. Technika jednoduché dis-

trakce svalu po osteotomii byla provedena u 23 pacientů (54,8 %) a technika segmentálního transportu u 19 pacientů (45,2 %).

Operační technika

Prostou kalusdistrakci provádíme naložením zevního fixátoru v montáži 3+3 Schanzovy hřeby a segmentální transport s přidanou jednou nebo dvěma svorkami, nejčastěji ale v montáži 3+3+3 hřeby. Po naložení fixátoru a mírném předpětí provádíme osteotomii dlouhé kosti. U prodlužování tibie byla provedena i osteotomie fibuly. Osteotomii fibuly provádíme šikmou a resekujeme 1 cm kosti. Osteotomie byla, pokud to lokální situace dovolila, nejčastěji provedena v oblasti metafýzy. Periost byl krátkou incizí podélně rozpolcen a šetrně preparován od kortiky. Technikou vícečetných návrtů kortiky s následným dolomením dlátem nebo oscilační pilou byla provedena vlastní osteotomie. Pod rtg zesilovačem byla provedena kontrola dokončení osteotomie testem 2–3 mm distrakce s následným uvolněním distrakce zpět do kontaktu úlomků. Peroperačně byla zkoušena flexe kolena do 120 stupňů. Vlastní distrakce byla započata 5–7 dní po osteotomii. Rychlost prodlužování byla 1 mm/24 hodin rozdělená do 4 otáček o 90 stupňů. Pacienti byli od druhého dne vertikalizováni do chůze s holemi s limitovanou zátěží operované končetiny podle tolerance. Byl kladen důraz na časné cvičení pohybů v kyčli, koleně a kotníku. Ambulantní sledování včetně rtg snímků bylo u prosté kalusdistrakce po 2–3 týdnech do dosažení vyrovnání končetiny. U komplikovanějších procedur se segmentálním transportem bylo ambulantní sledování individuální. Po ukončení distrakční fáze byl fixátor aretován a podle konsolidace svalu následně dynamizován. V této fázi již většina pacientů prováděla plnou zátěž operované končetiny. Odstranění zevního fixátoru bylo provedeno u dostatečně formovaného

Tab. 1. Výsledky

Průměrně léčený kostní defekt	5,5 cm (3–16 cm)
Průměrná doba začátku distrakce po osteotomii	6,1 dní (4–8 dní)
Průměrná doba fáze distrakce	74 dní (33–162 dní)
Průměrná doba naložení fixátoru	168 dní (138–416 dní)
Průměrný healing index	42 dní / cm (26–88 dní/cm)
Řešení defektů měkkých tkání	6 pacientů (14,3 %)

Tab. 2. Komplikace kalusdistrakce podle Paleyho klasifikace

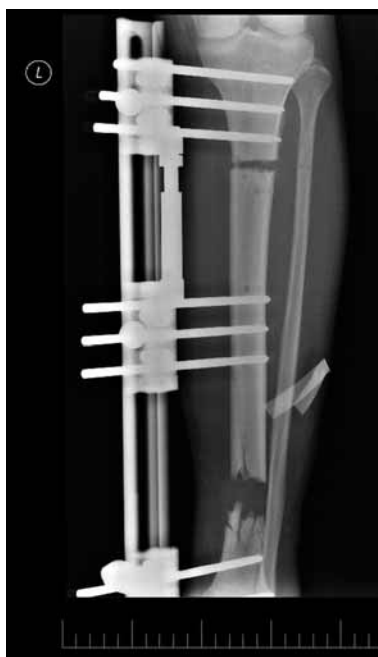
	Komplikace	Počet
Problems – 26 komplikací	– pin- track infekce – režimová opatření	21
	– korekce montáže pro uvolnění	2
	– zlomení hřebu fixátoru	3
Obstacles – 9 komplikací	– pin- track infekce – odstranění pinu	5
	– předčasné zhojení fibuly	1
	– korekce angulace v celkové anestézii	3
Sequelae – 3 komplikace	– revize docking site se spongioplastikou	2
	– tenotomie Achillovy šlachy	1



Obr. 1. Rtg snímek otevřené zlomeniny bérce v předozadní projekci.



Obr. 2. Rtg snímek otevřené zlomeniny bérce v boční projekci.



Obr. 3. Rtg snímek po osteotomii a začátku kalusdistrakce.



Obr. 4. Rtg snímek po dokončené kalusdistrakci a odstranění fixátoru.

a konsolidovaného svalku. U pacientů s běžnými ocelovými piny bylo provedeno ambulantně. U pinů potažených hydroxyapatitem, které používáme v posledních letech, bylo provedeno jejich odstranění v krátkodobé celkové anestezii za hospitalizace.

VÝSLEDKY

Metodou kalusdistrakce jsme řešili defekt průměrné délky 5,5 cm (3–16 cm). Průměrná doba od osteotomie do začátku distrakce byla 6,1 dní (4–8 dní). Průměrná doba distrakce, tedy doba od osteotomie do dokončení distrakce, byla 74 dní (33–162 dní). Průměrná doba naložení fixátoru byla 168 dní (138–416 dní). Průměrný healing index byl 42 dní/cm (26–88 dní/cm). Řešení defektů měkkých tkání v době kalusdistrakce bylo nutné u 6 pacientů (14,3 %). Ve dvou případech (4,8 %) byl proveden lokální fasciokutánní lalok a ve čtyřech případech (9,5 %) přenos volného transplantátu (tab. 1).

Komplikace a sekundární výkony

V souboru 42 pacientů bylo 8 pacientů (19 %) bez komplikací a 34 pacientů (81 %) mělo v průběhu kalusdistrakce komplikace léčby. Komplikace jsme hodnotili podle Paleyho (26). *Problems* (26 komplikací v souboru – 68,4 %) jsou komplikace, které se vyskytly v průběhu léčby a byly zvládnuty konzervativně. *Obstacles* (9 komplikací – 23,7 %) jsou komplikace vyskytující se v průběhu léčby, ale jejich řešení je operační. *Sequelae* (3 komplikace – 7,9 %) jsou komplikace, které přetrvávají po odstranění zevního fixátoru. Celkem bylo řešeno 38 jednotlivých komplikací, což představuje průměrně 0,9 komplikace na jednu kalusdistrakci femuru nebo tibie v souboru. Píňtract infekce byla nejčastější komplikací, u 21 pacienta (50 %). Většinou byla zvládnuta režimovými opatřeními a perorálními antibiotiky. V 5 případech (11,9 %) bylo nutno pro infekční uvolnění šroub odstranit. Zlomení hřebu fixátoru jsme zaznamenali třikrát (7,1 %). Zlomeninu po odstranění fixátoru jsme nezaznamenali. Ve dvou případech (4,8 %) jsme řešili angulaci distrakčního svalku uvolněním kloubu fixátoru v průběhu distrakce korekcí montáže. Ve třech případech (7,1 %)

byla korekce provedena v celkové anestezii. Jedenkrát (2,4 %) jsme řešili předčasné zhojení osteotomie fibuly. Byla provedena nová resekční osteotomie. V jednom případě (2,4 %) bylo nutné po kalusdistrakci provést tenotomii Achillovy šlachy. Místo docking site po segmen-

tálním transportu bylo ve dvou případech (4,8 %) pro nezhojení revidováno. Ke zhojení došlo po aplikované spongioplastice. U všech pacientů byly kalusdistrakce dokončeny na původně naložených zevních fixátorech. Ostatní pacienti jsou zhojení do schopnosti plné zátěže končetiny (tab. 2).

DISKUSE

Prodlužování dlouhých kostí je v současnosti realizováno nitrodřeňovými hřeby, cirkulárními nebo monolaterálními zevními fixátory. V našem souboru jsme hodnotili kalusdistrakce provedené pomocí monolaterálního zevního fixátoru. Použití tohoto typu fixace se nám jeví výhodné pro možnost teleskopické dynamizace systému bez nutnosti změny montáže. Dynamizace je důležitá ve fázi vyžrávání svalu (5, 14, 19). V experimentech bylo prokázáno, že mikropohyby spolu s dostatečným krevním zásobením zvyšují osteoindukci (17, 32). Výhodou je i jednoduchá péče pacienta o fixátor. Pacienty je monolaterální fixátor tolerován lépe než cirkulární, přičemž oba fixátory dávají stejné výsledky hojení (15, 29). Jelikož je celá procedura kalusdistrakce zatížena vysokým procentem různých komplikací, objevuje se v literatuře mnoho témat k diskusím. Jedním z nich je místo provedení osteotomie. Osteotomie v oblasti metafýzy, kde je větší průměr kosti, trabekulární struktura a hojnější cévní zásobení, se jeví jako potenciálně lepší pro regeneraci a hojení. Proto je všeobecně tato oblast považována za výhodnější pro osteotomii. De Bastiani (5) ji také preferoval a popisuje nižší procento komplikací. Oproti tomu je nespornou výhodou provedení osteotomie v oblasti diafýzy možnost pevnějšího ukotvení pinů fixátoru, což je jistě důležité pro několikaměsíční až několikaletou montáž. Horší cévní zásobení než v metafýze je argumentem proti. Přesto však velké studie neprokazují statisticky významné rozdíly v umístění osteotomie (13, 17). Diskutována je role periostu a endostu při formování svalu. Kojimoto (16) ve své studii z roku 1988 prokazuje významnou roli zachování periostu pro úspěšnou kalusdistrakci. V experimentu také prokazuje, že endost není natolik krucální, protože má velký regenerační potenciál. S tím souvisí i diskutované techniky přerušení kosti. V současné době jsou používány techniky osteotomie kosti v celé šíři, kdy lze použít oscilační pilu za adekvátního chlazení a techniku kortikotomie pomocí vrtáku nebo speciálního dláta, kdy lze dosáhnout neporušení endostu. Četné studie, včetně našich výsledků, prokazují, že mezi těmito metodami není rozdíl ve vztahu k vyžrávání novotvořeného svalu (2, 6, 7). V našem souboru rány po osteotomii nebyly nikdy drénovány. Považujeme to za důležité, neboť v místě osteotomie zůstává hematoma

spolu s faktory nutnými pro novotvoření svalu. Co se týká naší indikace k provedení kalusdistrakce, domníváme se, že spongioplastika je vhodná pro segmentální defekty menší než 3 cm nebo pro defekty menší než je celá tloušťka kosti. Kalusdistrakce je dominantní metoda pro segmentální defekty délky do 18–20 cm. Souvisejícím problémem jsou diskutované otázky rekonstrukce nebo amputace. Je hodnoceno mnoho parametrů od rozsahu původního postižení, věku pacienta, počtu a typu předchozích operací, až po otázky socio-ekonomické. Možností léčby je volný přenos kosti na cévní stopce mikrokirurgickou technikou. Udávaná úspěšnost této metody je od 60 do 70 % a jsou nutné sekundární operační výkony. Nevýhodou je i dlouhodobá imobilizace bez zátěže končetiny (15, 20, 37). Kalusdistrakce je bezpečná metoda, která rozšiřuje spektrum sekundárních rekonstrukcí (9, 21, 30, 33, 34, 35). V publikovaných souborech se healing index pohybuje v rozmezí 32–54 dní/cm, (1, 15, 23, 24, 25). Hodnoty healing indexu uváděné výše jmenovanými autory byly v souborech adolescentů a často v indikaci vrozených vad (12, 13). V našem souboru jsme ovšem ve všech případech prováděli kalusdistrakci u pacientů v terénu po úrazu. Převážná většina byla po vysokoenergetickém úrazu a otevřené zlomenině, které musely být řešeny plastickými rekonstrukcemi měkkých tkání. Krevní zásobení končetiny bylo často kompromitováno. Část pacientů byla touto metodou řešena pro základní diagnózu chronické osteomyelitidy, kdy bylo infekční ložisko radikálně resekováno. Nejčastější komplikací léčby je pin-tract infekce (5, 10, 15). Podle našich zkušeností lze počet pin-tract infekcí snížit použitím 6mm Schanzových hřebů potažených hydroxyapatitem. Menší nevýhodou těchto hřebů je nutnost extrakce v celkové anestezii. Další komplikací je prodloužené hojení v oblasti docking site při realizovaném segmentálním transportu. Tyto komplikace jsme řešili i v našem souboru a ve všech případech se jednalo o proceduru bi- nebo trifokálního segmentálního transportu, nebo o opakovanou kalusdistrakci na téže dlouhé kosti (8, 15, 20).

ZÁVĚR

Metoda kalusdistrakce je vhodná metoda pro léčení větších kostních defektů. Každý pacient potřebuje svůj individuální léčebný plán a v rámci poúrazového stavu je nutné komplexní řešení, tedy nejen kostního defektu, ale i stavu měkkých tkání. O léčebné taktice rozhoduje rozsah kostní ztráty, velikost a typ defektu měkkých tkání či přítomnost infektu. Pro realizaci kalusdistrakce preferujeme monolaterální zevní fixátory s možností dynamizace a 6mm hřeby potažené hydroxyapatitem.

Literatura

- Aldegheri R, Renzo-Brivio L, Agostini S. The callotasis method in limb lengthening. *Clin Orthop*. 1989;241:137–145.
- Aronson J, Good B, Stewart C, Agostini S. The callotasis method of limb lengthening. *Clin Orthop*. 1989;241:137–145.
- Codivilla A. On the means of lengthening in the lower limbs the muscles and tissues which are shortened through deformity. *J Bone Joint Surg Am*. 1905;2:353–369.
- Dahl MT, Gulli B, Brg T. Complications of limb lengthening. *Clin Orthop Relat Res*. 1994;301:10–18.
- De Bastiani G, Aldegheri R, Renzi-Brivio L, Trivella G. Limb lengthening by callus distraction (Callotasis). *J Pediatr Orthop*. 1987;7:129.
- Dellooye C, Delefortrie G, Coutelier L, Vincent A. Bone regenerate formation in cortical bone during distraction lengthening. *Clin Orthop*. 1990;50:34–41.
- Frierson M, Ibrahim K, Boles M, Bote H, Ganey T. Distraction osteogenesis. A comparison of corticotomy techniques. *Clin Orthop Relat Res*. 1994;301:19–24.
- Giotakis N, Narayan B, Nayagam S. Distraction osteogenesis and non-union of the docking site: is there an ideal treatment option? *Injury*. 2007;38:100–107.
- Glass G.E, Pearse M.F, Nanchahal J. Improving lower limb salvage following fractures with vascular injury: a systematic review and a new management algorithm. *J Plast Recon Aesthet Surg*. 2009;62:571–579.
- Hosny G, Shawky MS. The treatment of infected non-union of the tibia by compression- distraction techniques using the Ilizarov external fixation. *Int Orthop*. 1998;22: 298–302.
- Ilizarov GA. Basic principles of transosseous compression and distraction osteosynthesis. *Ortop Travmatol Protez*. 1997;32:7.
- Jochymek J, Škvařil J, Ondruš Š. Analýza výsledků kostního hojení prodlužovaných femurů metodou postupné distrakce u dětí a dospívajících. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2009;76:399–403.
- Kaiser-Šrámková L, Poul J, Straka J, Urbášek K, Pavlík T, Cvanová M. Kritické zpracování prodlužování femuru za posledních deset let. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2011;78:244–248.
- Keating JF, Simpson AH, Robinson CM. The management of fractures with bone loss. *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87:142–150.
- Kesemenli C, Subasi M, Kirkgoz T, Kapukaya A, Arslan H. Treatment of traumatic bone defects by bone transport. *Acta Orthop Belgica*. 2001;67:380–386.
- Kojimoto H. Bone lengthening in rabbits callus distraction. *J Bone Joint Surg Br*. 1988;70:543–549.
- Kurysko J, Kuropka P, Jedrzejowska I. Distraction osteogenesis and fracture healing. Differences and similarities. *Acta Bioengin Biomech*. 2000;2:83–88.
- Lasanianos NG, Kanakaris NK, Giannoudis PV. Current management of long bone segmental defects. *Orthop Trauma*. 2010;24:149–163.
- Lavini F, Dalloca C, Bartolozzi P. Bone transport and compression- distraction in the treatment of bone loss of the lower limbs. *Injury*. 2010;41:1191–1195.
- Mahaluxmivala J, Nadarajah R, Allen PW, Hill RA. Ilizarov external fixator: acute shortening and lengthening versus bone transport in the management of tibial non-unions. *Injury*. 2005;36:662–668.
- Melvin JS, Dombroski DG, Torbert JT. Open tibial shaft fractures: Definitive management and limb salvage. *J Am Acad Orthop Surg*. 2010;18:108–117.
- Morandi M, Zembo M, Ciotti M. Infected tibial pseudarthroses: A 2-year follow-up in patients treated by the Ilizarov technique. *Orthopedics*. 1989;12:497.
- Noonan KJ, Lyes M, Forriol F, Canadell J. Distraction osteogenesis of the lower extremity with use of monolateral external fixation. *J Bone Joint Surg Am*. 1998;80:793–805.
- Oh WC, Song HR, Kim WJ, Choi WJ, Min KW, Park C. Limb lengthening with a submuscular locking plate. *J Bone Joint Surg Br*. 2009;91:1394–1399.
- Paley D. Current techniques of limb lengthening. *J Pediatr Orthop*. 1988;8:73.
- Paley D. Problems obstacles and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique. *Clin Orthop*. 1990;250:81–104.
- Paley D, Catagni M, Argnani F. Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss. *Clin Orthop*. 1989;241:146.
- Paley D, Maar DC. Ilizarov bone transport treatment for tibial defects. *J Orthop Trauma*. 2000;14:76–85.
- Sabharwal S, Fragomen A, Iobst C. What is new in limb lengthening and deformity correction. *J Bone Joint Surg Am*. 2013;95:1527–1534.
- Sanjay BK. Review article limb salvage surgery in bone tumours. *Indian J Cancer*. 1999;36:1–17.
- Sen C, Kocaoglu M, Eralp L. Bifocal compression- distraction in acute treatment of grade III open tibia fractures with bone and soft-tissue loss: a report of 24 cases. *J Orthop Trauma*. 2004;8:150–157.
- Slutis P, Karahariu E, Holmstrom T, Akesson J, Paavala P. Structural changes in intact bone after application of rigid plates until and without compression. *J Bone Joint Surg Am*. 1987;69:516–522.
- Taylor SM. Current status of heroic limb salvage for critical limb ischemia. *Am Surg*. 2008;74:275–284.
- Trč T. Prolongace bérce kalotaxí. 1. část. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 1993;60:67–75.
- Trč T, Dokoupil J. Prolongace bérce kalotaxí. 2. část. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 1993;60:131–147.
- Wagner H. Operative lengthening of the femur. *Clin Orthop*. 1978;136:125.
- Wei FC, El-Gammal TA, Lin C, Ueng WN. Free fibula osteoseptocutaneous graft for reconstruction of segmental femoral shaft defects. *J Trauma*. 1997;43:784–792.

Korespondující autor:

MUDr. Radek Veselý, Ph.D.
Úrazová nemocnice v Brně
Klinika traumatologie LF MU v Brně
Ponávka 6
662 50 Brno
E-mail: r.vesely@unbr.cz