

# Vaskularizovaná fibula a šľachový transfer v komplexnej liečbe otvorenej zlomeniny predlaktia komplikovanej plynňou sneťou

## Vascularised Fibula and Tendon Transfer in the Comprehensive Treatment of Forearm Fracture with Gas Gangrene Complication

D. PALEŇČÁR<sup>1,2</sup>, A. ŠVEC<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Klinika plastickej, rekonštruktívnej a estetickej chirurgie Lekárskej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave a Univerzitnej nemocnice Bratislava

<sup>2</sup> I. ortopedicko-traumatologická klinika Lekárskej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave a Univerzitnej nemocnice Bratislava

### SUMMARY

Vascularized bone grafting was for the first time described in the 1970s. It has become a crucial component in the reconstruction of long bone defects and non-unions in a poorly vascularised environment. Although the vascularized bone is well described for the lower extremity and mandibular reconstructions, it started to be used for the upper extremity bone defects only recently.

This publication presents a case of a young man with an open fracture of both the forearm bones. The treatment of the injury has been complicated with anaerobic gas gangrene of the forearm. This resulted in a non-union, radius shortening and necrosis of both the thumb extensors and flexors muscles. Once the acute infection was managed, the patient received a two-step treatment provided jointly by orthopaedic and plastic surgeons at the University Hospital in Bratislava. At the first stage auto transplantation of the vascularized fibula into the defect of radius was performed, with radial artery and radial veins being the recipient vessels. One year later, a tendon transfer was made in order to reconstruct the extension and flexion of the thumb. Donor tendons were the following: extensor indicis proprius and flexor digitorum superficialis for ring finger. The result of the reconstruction is the full incorporation of the fibular transplant (6 months after the primary operation) and the excellent range of motion of the hand and wrist. Thanks to the tendon transfer the function of the thumb, including the opposition, was achieved two months after the secondary surgery.

**Key words:** defect of radius, tendon transfer, anaerobic infection, gas necrosis, microsurgery.

### ÚVOD

Historicky sú vaskularizované kostné transplantáty indikované pre defekty dlhých kostí väčšie ako 5–6 cm, ktoré sa nachádzajú v cievne zle zásobenom lôžku (4, 11, 13, 14). Kostné defekty menšie ako 6 cm sú úspešne riešené avaskulárnymi kostnými auto, alebo alotransplantátmi, ak sú obklopené dobre vaskularizovaným okolím a rana je bez infekcie (2). Avaskulárne kortikospontiálne transplantáty sa inkorporujú cez postupný proces remodelácie a vaskularizácie. Tento proces je zdĺhavý a môže trvať aj niekoľko rokov. Naproti tomu vaskularizované kostné laloky (štepky) umožňujú okamžitú reštitúciu kostného mikroprostredia a primárne kostné hojenie na mieste styku transplantátu s recipientnou kosťou (čo býva výhodné v lôžku po rádioterapii, infekcii alebo avaskulárnej nekróze) (1). Vaskularizované kostné transplantáty majú schopnosť rýchleho prihojenia, remodelácie za fyziologických podmienok a umožňujú skoré zaťažovanie rekonštruovanej končatiny (5).

### KAZUISTIKA

Autori prezentujú prípad 20-ročného muža, ktorý po páde z výšky utrpel otvorenú zlomeninu oboch kostí predlaktia vľavo (Gustilo-Anderson I). Jednalo sa o nedominantnú končatinu. Primárne bol ošetrovaný na špádovom

ortopedickom oddelení, kde mu bola vykonaná osteosyntéza dlahami na rádius aj ulnu. Hojenie bolo komplikované infekciou *Clostridium perfringens* a rozvojom plynnej sneti v oblasti rádia. Táto komplikácia bola riešená extrakciou osteosyntetického materiálu z rádia a opakovaným širokým debridementom. Stabilita bola dosiahnutá naložením externého fixátora. Po antibiotickej liečbe došlo k zvládnutiu infekcie, ale následkom tejto komplikácie bol vznik defektu v oblasti zlomeniny rádia s rozvojom pseudoartrózy. Zároveň došlo aj ku klinicky významnému skráteniu rádia a fixovanej radiálnej deviácii ruky. Následkom plynnej sneti došlo k postnekrotickej fibrotizácii na flexoroch aj extenzoroch palca. Po stabilizácii lokálneho stavu a zvládnutí infekcie bol pacient odoslaný na Klinikum plastickej chirurgie LFUK a na I. ortopedicko-traumatologickú kliniku LFUK v Bratislave na ďalšiu liečbu. Lokálny stav pri vstupnom vyšetrení na Klinike plastickej chirurgie v Bratislave bol nasledovný: koža a mäkké tkanivá boli bez defektov, alebo kontrahujúcich jaziev. Jazva prebiehajúca pozdĺžne na radiálnej strane volárneho predlaktia bola bez hypertrofie, zhojená po resutúre *per primam*. Ruka v rádiokarpálnom kĺbe bola deviovaná radiálne, čo bolo spôsobené skrátením rádia a fibrotizáciou mäkkých tkanív. Na rádiu bol naložený externý fixátor, ktorý bol funkčný a plnil sta-



Obr. 1. Rtg predlaktia s defektom rádiusu.



▲ Obr. 2. Rtg 6 mesiacov po prenose vaskularizovanej fibuly, transplantát plne integrovaný do rádiusu.

bilizačnú funkciu. Na čerstvých röntgenových snímkach bola prítomná pseudoartróza radia s jeho skrátením a defektom (obr. 1). Na ulne bola aplikovaná dlahu, ktorá bola bez problémov, bez reakcie tkanív, alebo fistulácie. Pacient nevedel aktívne flektovať ani extendovať palec v MCP ani IP kĺbe. Bolo realizované EMG vyšetrenie svalových brušiek *musculus extensor pollicis longus*, ako aj *musculus flexor pollicis longus*, s výsledkom nulovej spontánnej aj stimulovanej aktivity. To znamenalo, že extenzory, ako aj flexor palca na predlaktí boli po prekonanej infekcii plne fibrotizované.

Stanovili sme operačný plán, ktorý bol rozdelený do dvoch krokov. V prvej fáze bola plánovaná rekonštrukcia defektu distálneho rádiu vaskularizovanou fibulou za súčasnej výmeny externého fixátora za dlahu. V druhej fáze bola naplánovaná ako náhrada fibrotických svalových brušiek *musculus extensor pollicis longus* a *musculus flexor pollicis longus* šľachovou transpozíciou. Ako donorské svaly boli naplánované *flexor digiti superficialis IV.* a *extensor indicis proprius*. Pred samotnou fázou číslo jedna bola z diagnostických dôvodov vykonaná artériografia ľavého recipientného predlaktia a donorského (kontralaterálneho) predkolenia. Cieľom artériografie bolo odhaliť prípadných cievnych anomálií, či už na strane hornej alebo dolnej končatiny, ktoré by mohli skomplikovať priebeh operácie, alebo ohroziť pooperačnú vitalitu končatín v distálnych oblastiach. Mohli sme očakávať buď vrodené cievne abnormality, alebo abnormality získané po úraze. Na artériografii neboli zistené žiadne cievne odchýlky. Na predlaktí boli prítomné obe magistrálne artérie až po *arcus palmaris*, na dolnej končatine bola prítomná trifurkácia s priebehom *arteria tibialis posterior* a *arteria tibialis anterior* až do pedálnej oblasti. *Arteria fibularis* končila v úrovni členkov. Na ruke vľavo bol vykonaný Allenov test s doppler kontrolou signálu *arteria princeps pollicis* pri zatlačení na *arteria radialis* v oblasti predlaktia.

Prenos vaskularizovanej fibuly bol vykonaný v spolupráci s I. ortopedicko-traumatologickou klinikou LFUK v Bratislave princípom dvoch tímov. Týždeň pred plánovaným výkonom bol sňatý externý fixátor a pacient mal dočasnú imobilizačnú ortézu. Pri operácii ortopedický tím pripravil lôžko pre fibulárny vaskularizovaný štep. Vzhľadom na výrazné sklerotické zmeny na oboch koncoch rádiu bola nutná resekcia rádiu, ktorá vyústila až do 8 centimetrového defektu rádiu. Zatiaľ rekonštrukčný (plastický) tím odoberal fibulárny štep na kontralaterálnom predkolení. Fibula bola odobratá v rozsahu 10 centimetrov a priamo upravená a skrátená bola až na predlaktí podľa požiadaviek vzniknutého defektu v oblasti defektu rádiu. Na dĺžke defektu rádiu sa podieľala resekcia sklerotických koncov ako aj natiahnutie rádiu pri jeho skrátení pre pomerne výraznú mäkkotkanivovú kontraktúru. Fibulárny lalok bolo nutné skrátiť o 2 cm, nadbytok periostu bol ponechaný na laloku a bol použitý na prekrytie styku fibuly s koncami rádiu (to malo výhodu v krytí spojov fibula-rádus dobre vaskularizovaným periostom). *Arteria fibularis* štepu bola našitá „end-to-end“ k *arteria radialis*, tak isto ako komitantné vény.

V období tri mesiace po prenose vaskularizovanej fibuly začal pacient s hornou končatinou rehabilitovať, zamerali sme sa najmä na rozpohybovanie MCP a IP kĺbov palca, ale aj ostatných prstov ruky. Rehabilitácia v zápästí bola ešte odložená. Na kontrolnom rtg predlaktia 6 mesiacov po prenose vaskularizovanej fibuly bola jednoznačne zrejماً inkorporácia celého kostného štepu, bol vytvorený dostatočný kalus ako na proximálnom, tak aj na distálnom styku fibuly s rádiom (obr. 2). V tomto období pacient ešte nosil plastovú ortézu na predlaktí a ruky, ale už rehabilitoval nielen drobné kĺby ruky, ale aj zápästie.

Rok po prvej fáze rekonštrukcie sme pristúpili ku kroku číslo dva. Bola nutná rekonštrukcia extenzie aj



Obr. 3. Fotografia predlaktia pred šlachovým transferom – deficit extenzie palca.



Obr. 4. Fotografia predlaktia pred šlachovým transferom – deficit flexie palca.

flexie palca v MCP a IP kĺbe (obr. 3, 4). Oba šlachové transfery boli vykonané v jednom sedení. Transfer sme vykonali nasledovne: *extensor indicis proprius* na *extensor pollicis longus* a *flexor digiti superficialis IV* na *flexor pollicis longus*. Pooperačne bol pacient po dobu štyroch týždňov pasívne dlahovaný v upravenej plastovej dlahe. Následne bola zahájená rehabilitácia, ktorá spočívala v pasívnej ako aj aktívnej rehabilitácii transponovaných šliach. Funkcia ruky a zápästia bola dva mesiace od transpozície a 14 mesiacov od prenosu vaskularizovanej fibuly výborná (obr. 5, 6). Radiálna deviácia v rádiokarpálnom skĺbení bola úplne eliminovaná, osové postavenie predlaktia a ruky bolo fyziologické. V súčasnej dobe je zápästie pevné, pacient dokáže urobiť aktívnu volárnu flexiu  $80^\circ$  a dorzálnu flexiu  $40^\circ$ . Má plnú extenziu v MCP aj IP kĺbe palca a má aktívnu  $45^\circ$  flexiu v IP kĺbe palca a v MCP kĺbe má aktívnu  $70^\circ$  flexiu. Palec je v dostatočnej opozícii voči dlhým prstom ruky a dosiahne až k malíčku. Úchopová funkcia je plne obnovená.

## DISKUSIA

V aktuálne publikovaných prácach sa považuje rekonštrukcia dlhých kostí hornej končatiny vaskularizovanou fibulou za zlatý štandard, hoci možných alternatív na riešenie skeletálneho defektu je viacero (vaskularizovaná skapula, rebro, distálny rádius, mediálny kondyl femuru, vaskularizovaný trikortikálny štep z krity lopaty bedrovej kosti) (7, 8, 9). Fibulárny štep má výhodu, že sa môže odobrať vo forme osteokutánneho laloka, ktorým



Obr. 5. Fotografia ruky dva mesiace po šlachovom transfere – plná extenzia palca.



Obr. 6. Fotografia ruky dva mesiace po šlachovom transfere – flexia palca a opozícia.

sa dá vyriešiť súčasne aj defekt kožného krytu, a úsek kože môže slúžiť aj ako monitorovací ostrov na sledovanie vitality celého laloka. Našťastie nie vždy je nutné odobrať osteokutánny lalok, obvykle postačuje len samotná vaskularizovaná fibula.

Publikovaných prác, kde sú prezentované výsledky rekonštrukcie kostí predlaktia vaskularizovanou fibulou nie je mnoho. Vo väčšine prípadov sa jedná o „case reporty“, alebo štúdie zahrňujúce jedného až dvadsiatich pacientov (6, 10, 15). Štúdií kde je riešený súčasne defekt skeletu predlaktia a aj defekt funkčných svalov je v dostupnej literatúre ešte menej. Blanc a kol. prezentujú jeden prípad rekonštrukcie poúrazového defektu oboch kostí predlaktia a celej extenzorovej skupiny svalov (3). Vzhľadom na deficit celej svalovej skupiny použili vaskularizovanú fibulu kombinovanú s funkčným svalom *musculus soleus*, ktorý napojili na *nervus interosseus posterior* a šlachy extenzorov prstov. Popisovaný prípad v tomto článku bol špecifický ťažkými fibróznymi zmenami po prekonanej plynnej sneti. Je známe, že vo fibrotickom a zle vaskularizovanom lôžku sa klasické avaskulárne kostené štepy zle a nedokonale prihojujú.

**ZÁVER**

Pri komplexných poraneniach predlaktia je veľmi dôležitý traumatologický manažment primárneho ošetrenia pacienta so zvládnutím akútneho stavu, ale aj prípadných komplikácií. Pacient bol podľa nášho názoru v spádovej nemocnici riešený adekvátne, čo sa aj napriek infekčnej komplikácii odrazilo na zachovaní čo najväčšieho množstva mäkkých tkanív na predlaktí. Pacienti s komplexným poranením hornej končatiny vyžadujú veľmi často multidisciplinárny prístup k ich liečbe. Do liečebného procesu musia byť zahrnutí ortopédi, traumatológovia, plastickí chirurgovia a aj rehabilitační pracovníci. Ak je to nutné je treba naplánovať okrem rekonštrukcie kostí aj rekonštrukciu mäkkých tkanív, či už svalov, šliach, periférnych nervov, kože alebo podkožia.

**Literatúra**

1. Berggren A, Weiland AJ, Dorfman H. The effect of prolonged ischemia time on osteocyte and osteoblast survival in composite bone grafts revascularized by microvascular anastomoses. *Plast Reconstr Surg.* 1982;69:290–298.
2. Bieber EJ, Wood MB. Bone reconstruction. *Clin Plast Surg.* 1986;13:645–655.
3. Blanc C, Kerfant N, Robert M, Gasnier P, Hu W. Functional reconstruction of the forearm by composite free flap of fibula and soleus reinnervated. About a clinical case. *Ann Chir Plast Esthet.* 2015;60:153–159.
4. Dell PC, Sheppard JE. Vascularized bone grafts in the treatment of infected forearm nonunions. *J Hand Surg Am.* 1984;9:653–658.
5. Fujimaki A, Suda H. Experimental study and clinical observations on hypertrophy of vascularized bone grafts. *Microsurgery.* 1994;15:726–732.
6. Horta R, Nascimento R, Silva A, Pinto R, Negrão P, São-Simão R, Carvalho J, Santos Silva M, Amarante J. Reconstruction of a post-traumatic radial club hand with a free fibular osteoseptocutaneous flap and Sauve-Kapandji procedure: a case report. *Microsurgery.* 2016;36:593–597.
7. Houdek MT, Wagner ER, Wyles CC, Nanos GP 3rd, Moran SL. New options for vascularized bone reconstruction in the upper extremity. *Semin Plast Surg.* 2015;29:20–29.
8. Muramatsu K, Doi K, Ihara K, Shigetomi M, Kawai S. Recalcitrant posttraumatic nonunion of the humerus: 23 patients reconstructed with vascularized bone graft. *Acta Orthop Scand.* 2003;74:95–97.
9. Niazi ZB, McLean NR, Black MJ. The radial forearm flap: a reconstructive chameleon. *J Reconstr Microsurg.* 1994;10:299–304.
10. de la Parra-Márquez M, Zorola-Tellez O, Cárdenas-Rodríguez S, Rangel-Flores JM, Sánchez-Terrones G. Versatility of the microvascular fibular flap in limb reconstruction. *Cir Cir.* 2016;84:213–219.
11. Taylor GI, Miller GD, Ham FJ. The free vascularized bone graft. A clinical extension of microvascular techniques. *Plast Reconstr Surg.* 1975;55:533–544.
12. Sundaresh DC, Gopalakrishnan D, Shetty N. Vascularised rib graft defects of the diaphysis of the humerus in children. A report of two cases. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82:28–32.
13. Wood MB. Free vascularized bone transfers for nonunions, segmental gaps, and following tumor resection. *Orthopedics.* 1986;9:810–816.
14. Wood MB, Cooney WP III, Irons GB Jr. Skeletal reconstruction by vascularized bone transfer: indications and results. *Mayo Clin Proc.* 1985;60:729–734.
15. Yang YF, Wang JW, Huang P, Xu ZH. Distal radius reconstruction with vascularized proximal fibular autograft after en-bloc resection of recurrent giant cell tumor. *BMC Musculoskelet Disord.* 2016;17:346–352.

**Korešpondujúci autor:**

MUDr. Drahomír Palenčár, Ph.D.  
Klinika plastickej, rekonštrukčnej a estetickej chirurgie  
LF UK a UN Bratislava  
Ružinovská 6  
826 06 Bratislava, Slovenská republika  
E-mail: drahomir@palencar.sk