

# Současný pohled na suturu flexorů ruky

## Current Opinion on the Repair of Flexor Tendons of the Hand

I. JUSTAN<sup>1</sup>, J. VESELÝ<sup>1</sup>, G. BISTONI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Klinika plastické a estetické chirurgie, LF MU a FN U sv. Anny, Brno

<sup>2</sup> Oddělení dermatologie a plastické chirurgie, Policlinico „Umberto I“, University of Rome, Roma, Italy

### ÚVOD

Dosáhnout dobré pohyblivosti prstů a ruky po poranění šlachového aparátu je stále jeden z nejtěžších úkolů chirurga ruky. Díky získávání nových poznatků z oblasti anatomie, fyziologie a patologie šlachy se léčba poranění šlachového aparátu ruky posunula během minulého století od přístupu pasivního až po agresivní aktivní časně rehabilitační metody (4, 17), které vyžadují dostatečně pevnou šlachovou suturu po celou dobu hojení šlachy. I přes tyto pokroky se stále potýkáme s tvorbou adhezí, které do určité míry vždy omezují pooperační pohyb. Adheze, a vlastně i pevnost celé sutury, je rovněž značně ovlivněna i samotným výběrem šicího materiálu. V našem článku se snažíme shrnout soudobé poznatky týkající se problematiky sutury flexorového aparátu ruky.

### SUTURA FLEXOROVÉ ŠLACHY

Současná literatura upřednostňuje u flexorové sutury v pooperačním období aktivní přístup. Aby toho mohlo být docíleno, je nutná dostatečně pevná šlachová sutura, která vydrží tahy na ni kladené během rehabilitace. Pro orientaci o síle tahu uvádíme následující hodnoty (1):

Síly působící na normální zdravou šlachy provádějící:

– pasivní pohyb	500 g
– lehký úchop	1 500 g
– silný úchop	5 000 g
– tip pinch – II FDP	9 000 g

Síly působící na šlachy po sutuře, když je prováděn:

– pasivní pohyb	750 g
– lehký úchop	2 250 g
– silný úchop	7 500 g
– tip pinch – II FDP	13 500 g

Hodnoty se z mechanického pohledu navíc mohou zvýšit až o 50 %, a to díky nově vzniklým třecím silám (až 25 %) a vytvořenému edému (až 25 %). Pro lehký úchop tedy můžeme počítat s bezpečnou hodnotou kolem 3 500 g, což odpovídá zhruba 35 N. Pro ilustraci uvádíme graf znázorňující síly působící na šlachy intaktní v porovnání se silami, které jsou vyvíjeny na šlachy po sutuře s různým počtem vláken (graf 1).

Snaha chirurgů ruky se zaměřila na vytvoření optimální sutury, která má mít dle Stricklanda (19) následující vlastnosti:

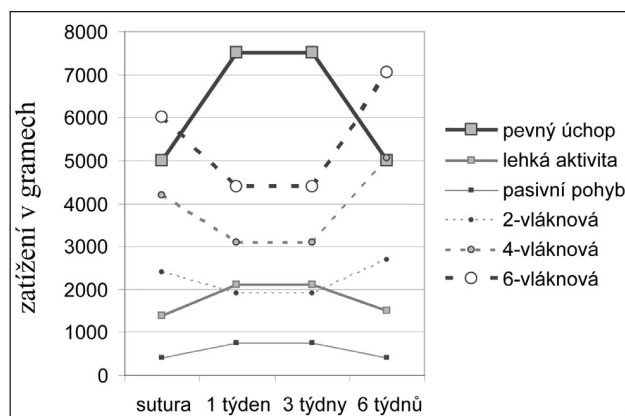
- snadné umístění sutury
- bezpečné uzlení vlákna
- hladké spojení konců šlach
- minimální „gapping“ šlachových konců
- minimální interference s cévním zásobením šlachy
- dostatečnou pevnost pro pooperační rehabilitační protokol

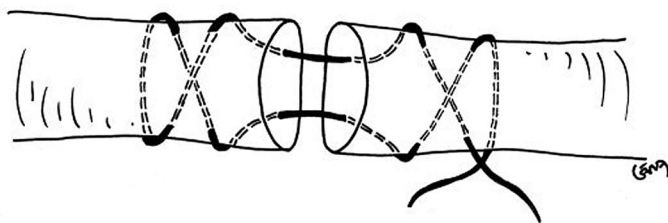
Sutura sestává ze segmentů longitudinálních (horizontálních), transverzálních a vertikálních. Vlákná, která probíhají rovnoběžně s plochou operačního stolu a zároveň souběžně s osou šlachy, tvoří longitudinální segmenty (vlákna, která probíhají řeznou ranou). V místě zakotvení, tedy v každém šlachovém pahýlu, pak vytvářejí „smyčky“, tvořené segmenty transverzálními (jdoucími od nás nebo k nám) a segmenty vertikálními (jdoucími shora dolů nebo naopak).

### Longitudinální segmenty (LS)

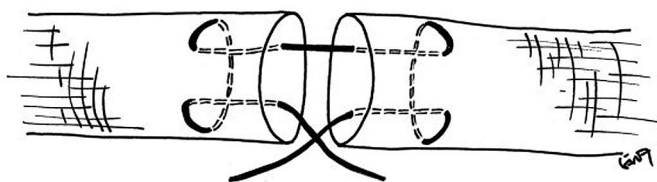
Na podkladě výzkumů z posledních let se zjistilo, že sutura sestávající pouze z 2 longitudinálních segmentů a při použití běžně užívaného šicího materiálu nemůže splnit požadovanou pevnost vzhledem k pooperační rehabilitaci. Výrobce garantovaná pevnost monofilního vlákna 3/0 se pohybuje kolem 13,6 N. V úvahu proto přichází použití silnějšího vlákna, jak uvádí Hatana-ka (4), který používá pletené vlákno síly 2/0 ve vlastní

Graf 1. Pevnost šlachového stehu v porovnání k síle nutné k vykonání pohybu

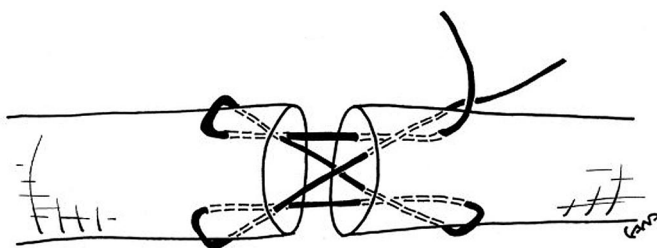




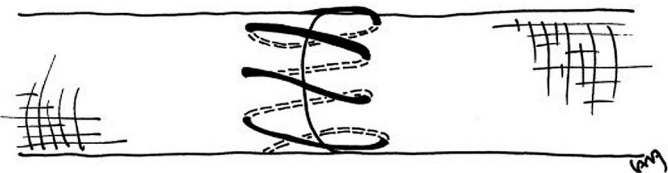
Obr. 1. Sutura podle Bunnella



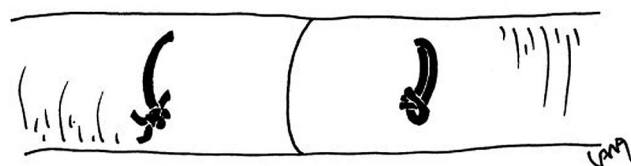
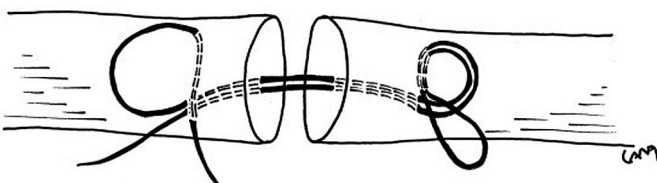
Obr. 2. Sutura podle Kesslera v modifikaci s uzlením uvnitř



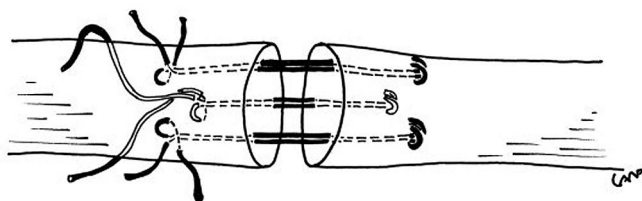
Obr. 3. Sutura sec. McLarney



Obr. 4. Prostý pokračující steh, který je považován za nejméně pevný



Obr. 5. Sutura podle Tsugeho používá loop vlákno: začíná se transverzálním segmentem, pak se vlákno provleče koncovou smyčkou a po dotáhnutí je vytvořeno první zakotvení; longitudinální segment je v ose šlachy; po vypíchnutí se přestříhne jedno z vláken a druhým vláknem s jehlou je vytvořen druhostranný transverzální segment, který zároveň slouží jako druhostranné zakotvení



Obr. 6. Sutura podle Tanga: provádí se pomocí 3 loopových stehů stejnou technikou jako Tsugeho sutura; v řezu jsou stehy umístěny v úhlech rovnostranného trojúhelníku

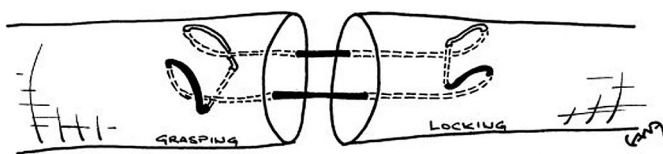
modifikaci sutury nebo zvýšení počtu longitudinálních segmentů. Většina autorů se spíše přiklání k druhé variantě, a tak se můžeme setkat s pracemi popisujícími čtyř- (10), šesti- (8, 14) a dokonce i osmipramenné sutury (16).

Dostatečnou se zdá 4pramenná sutura, která dosahuje síly kolem 50 N, což převyšuje požadovaných 35 N. S rostoucím počtem vláken, roste i technická náročnost naložení sutury. Přínosnější se zdají pokusy o zvýšení počtu longitudinálních segmentů pomocí loop vláken podle Tsugeho (24) v modifikaci Tanga (22).

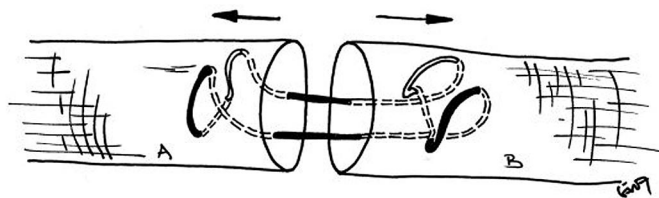
#### Zakotvení vlákna (vertikální a transverzální segmenty)

Zakotvení vlákna má možná zásadnější vliv na výslednou sílu sutury než vlastní pevnost longitudinálních segmentů. Ukotvení brání prořezání vlákna při tahu v ose šlachy. V zásadě lze rozeznat 2 skupiny technik: rámové – s použitím klasického návleku (obr. 1, 2, 3, 4) jako např. Kessler (6) a autoblokační – při použití loop vláken (obr. 5, 6) u Tsugeho stehu (24). V každém případě však biomechanicky vychází nejvhodnější umístění příčných segmentů do vzdálenosti 7 až 10 mm od roviny řezu (5). Zaměříme se na první kategorii, jelikož steh dle Tanga v Evropě příliš nezdolácněl, ačkoliv v asijských zemích je preferován pro svoji rychlost provedení a pevnost.

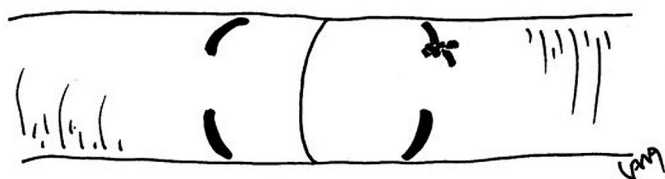
Při popisu vztahu longitudinálních segmentů k zakotvení stehu ve šlachových pahýlech používáme termíny „grasping“ a „locking“ (obr. 7). Termín grasping (ovnutí) znamená, že pokud budeme působit na konce vlákna tažnou silou, nebude v místě smyčky v zakotvení docházet k utažení dané smyčky kolem kolagenních fascikul šlachy, ale pouze k postupnému prořezání vlákna, což způsobí selhání sutury. Na druhé straně při sutuře typu „locking“ (uzamčení) dojde při tahu za konce vlákna k utáhnutí smyčky kolem fascikul šlachy a nedojde k prořezání vlákna a tah za longitudinální segmenty se přenáší na místo zakotvení. Vlákno blokuje samo sebe v prořezání. Z tohoto pohledu jsou sutury typu „gras-



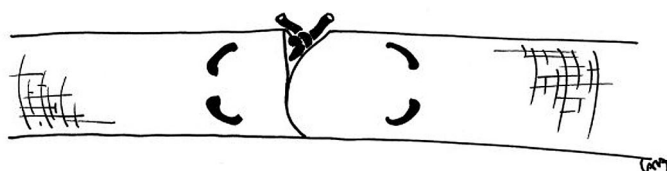
Obr. 7. Grasping a locking: na levém pahýlu je sutura s grasping efektem a na pahýlu vpravo je založena sutura s locking efektem; vertikální segment sutury je vždy vně šlachy a transverzální segment probíhá při graspingu těsně **pod** longitudinálním a při lockingu těsně **nad** longitudinálním segmentem



Obr. 8. Grasping (A) a locking (B) při tahu za šlachy: zatímco vlákno u lockingu (B) se při tahu zapře o horizontální segment a vzniklá smyčka nedovolí prořezání stehu, u graspingu (A) není horizontální segment žádnou oporou a dochází k postupné disociaci šlachy podél jednotlivých vláken



Obr. 9. Sutura podle Kesslera; po dotažení v modifikaci s uzlem zevně



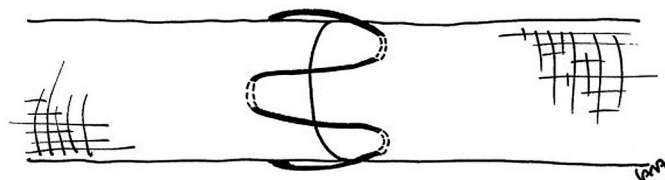
Obr. 10. Umístění uzlu centrálního stehu „uvnitř“ může snižovat výslednou pevnost větší tendencí ke gappingu a rovněž zabraňuje prorůstání fibroblastů, což zpomaluje hojení šlachy

ping“ zcela insuficientní. Při tahu dochází k disociaci šlachy a k selhání sutury (obr. 8).

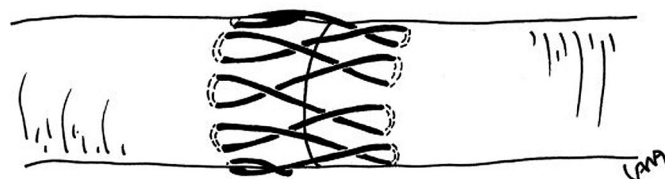
### Gapping a triggering

Označení „gapping“ vyjadřuje skutečnost, že každá sutura má do jisté míry pružnou komponentu, která způsobí oddálení pahýlů suturované šlachy při zátěži. Pokud je uvedená mezera větší než 3 mm, může docházet k interferenci s poutkovým systémem ruky, kdy při skluzu dojde k zadrhnutí šlachy o poutko v místě gappingu. Tomuto jevu se říká „triggering“.

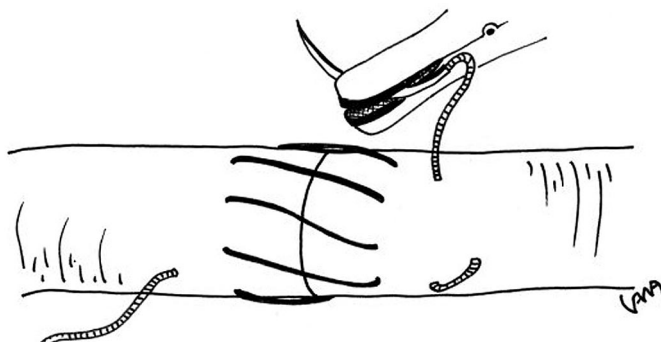
Všeobecně lze dodat, že šlachová sutura má nejslabší místo v uzlu, kde rovněž nejčastěji selhává (23). Dle našich experimentů může dojít buď k selhání uzlu z důvodu vyvlečení (převážně u monofilních vláken),



Obr. 11. Halstedova modifikace – matracové stehy



Obr. 12 Epitendinózní steh podle Silfverskiolda: pevná sutura, kterou chtěl Silfverskiöld nahradit i suturu centrální (pro tento účel je její pevnost nedostatečná a navíc vykazuje vyšší třecí síly)



Obr. 13. „Epitenon-first technique“: centrální steh je zakládán až po provedení epitendinózní sutury, tím je dle autorů možno centrální steh lépe umístit a vlákno nemůže být poškozeno při manipulaci jehly během „obšívání“

nebo díky překročení limitu ohebnosti vlákna po dotažení uzlu (výhradně u monofilních vláken). Z toho vyplývá nutnost použít co nejmenší počet uzlů. I z tohoto pohledu nejsou vhodné 6- a 8pramenné sutury.

Co se týče výběru šicího materiálu, panuje značná nejednotnost, zda volit mezi vlákny vstřebatelnými, nebo nevstřebatelnými. Vstřebatelné mají výhodu resorpce, čímž odpadá pozdní dráždění okolních struktur. Na druhé straně je jejich resorpce doprovázena určitým stupněm zánětu, který může podporovat tvorbu adhezi. Zato nabízí pevné uchycení a posílení efektu lockingu. Alternativou pro klasické šicí materiály je použití drátu (11), dlahovacích systémů nebo Teno-fix systému (25). Tyto možnosti jsou spíše experimentální a nepředpokládáme, že přejdou do každodenní praxe. Navíc při srovnání s klasickými vlákny nejsou významnější rozdíly v síle sutury.

Dalším faktorem ovlivňujícím kluznost šlachy je umístění uzlu. Dříve se soudilo, že umístěním uzlu mezi šlachové pahýly docílíme lepší skluznosti šlachy, avšak



Pruitt a Aoki (13) prokázali, že uzel umístěný zevně šlachy je pro výslednou pevnost přínosnější i přes potenciální možnost dráždění uzlem (obr. 9, 10).

Diskutována je rovněž otázka umístění centrálního stehu na palmární nebo dorzální stranu flexorové šlachy. Komanduri (7) i Soejima (18) jednoznačně prokázali, že signifikantně silnější a biomechanicky stabilnější je sutura umístěná dorzálně než umístěná palmárně.

Dle Stricklanda se jeví jako nejbližší ideální sutura, kterou publikovala McLarney (10). Jedná se o zkříženou 4pramennou suturu, která je snadno použitelná, eliminuje umístění uzlu v místě přiblížení pahýlů a dosahuje pevnosti větší než ostatní 4pramenné sutury (obr. 3).

### *Epitendinózní steh*

Pokud šlachy po provedení centrálního stehu „obšijeme“, čili přidáme epitendinózní suturu, stávají se konce kompaktnější a biomechanicky příznivější pro skluznost. Navíc Daio (2) prokázal, že při hlubokém založení epitendinózní sutury je výsledná síla v tahu až o 50 % větší, což dále snižuje možnost vzniku gappingu.

Za nejméně pevný se považuje klasický pokračující steh (obr. 4), který Halsted modifikoval do podoby horizontálního matracového stehu a tento je již pevnější (obr. 11). Větší pevnosti dosahuje steh dle Silfverskiolda (15) označovaný jako cross-stitch technika (obr. 12). McAuliffe (9) přišel s myšlenkou, že epitendinózní sutura by mohla být provedena před vlastní centrální částí stehu a tento koncept nazval epitenon-first technique (obr. 13).

Bez ohledu na vlastní techniku má epitendinózní steh 2 základní cíle: Zaprvé upravuje konce suturevaných šlach tak, aby byly co nejvíce skluzné a nedocházelo zde ke ztluštění, které by kolidovalo s pooperačním pohybem šlachy, a zadruhé zvyšuje síly výsledné sutury, a to až o 50 % (2).

### *Rekonstrukce šlachové pochvy*

Doposud nevyřešenou otázkou je, zda rekonstruovat při šlachové sutuře i šlachovou pochvu. Při technice fyziologického operování, v dobře přehledném terénu není většinou problém s identifikací šlachové pochvy, která je velice fragilní strukturou a jejíž rekonstrukce je delikátním výkonem. Navíc pro hovoří řada autorů, např. Gelberman (3), Tang (21) a jiní. Na druhé straně se díky pooperačnímu otoku a úzce zrekonstruované šlachové pochvě může skluznost paradoxně snížit až dojít ke strangulaci.

Mnozí autoři, kteří jsou ortodoxními zastánci rekonstrukce šlachové pochvy se snaží nalézt alternativní materiály nebo biologické tkáně, kterými by mohla být pochva nahrazena. Setkat se můžeme např. s bovinním perikardem (20) nebo s náhradou pomocí venózního štěpu (12).

### **ZÁVĚR**

Naším cílem je přiblížit moderní pohled na suturu flexorového aparátu ruky. I přes všechny získané znalosti

a dovednosti nebyl během začátku tohoto století učiněn zásadní pokrok k lepším pooperačním výsledkům. Je dobré si uvědomit, že výsledek není založen jen na šikovnosti chirurgovy ruky, ale nemalou měrou se na efektu podílí rehabilitační pracovníci. Avšak zásadním je vlastní přístup pacienta ke svému zdraví a zejména jeho pochopení rehabilitačních postupů a našich záměrů. Jen díky dobré komunikaci mezi pacientem, rehabilitačním pracovníkem a lékařem je možné pomýšlet na úspěch v léčbě poranění flexorového aparátu.

### **Literatura**

1. BRIGHT, D. S., URBANIAK, J. S.: Direct measurements of flexor tendon tension during active and passive digit motion and its application to flexor tendon surgery. *Orthop. Trans.*, 1: 4–5, 1977.
2. DIAO, E., HARIHARAN, J. S., SOEJIMA, O., LOTZ, J. C.: Effect of peripheral suture depth on strength of tendon repairs. *J. Hand Surg.*, 21-A: 234–9, 1996.
3. GELBERMAN, R. H., WOO, S. L., AMIEL, D., HORIBE, S., LEE, D.: Influences of flexor sheath continuity and early motion on tendon healing in dogs. *J. Hand Surg.*, 15-A: 69–77, 1990.
4. HATANAKA, H., KOJIMA, T., MIZOGUCHI, T., UESHIN, Y.: Aggressive active mobilization following zone II flexor tendon repair using a two-strand heavy-gauge locking loop technique. *J. Orthop. Sci.*, 7: 457–61, 2002.
5. HATANAKA, H., MANSKE, P. R.: Effect of suture size on locking and grasping flexor tendon repair techniques. *Clin. Orthop.*, 375: 267–74, 2000.
6. KESSLER, I.: The „grasping“ technique for tendon repair. *Hand*, 5: 253–5, 1973.
7. KOMANDURI, M., PHILLIPS, C. S., MASS, D. P.: Tensile strength of flexor tendon repairs in a dynamic cadaver model. *J. Hand Surg.*, 21-A: 605–611, 1996.
8. LIM, B. H., TSAI, T. M.: The six-strand technique for flexor tendon repair. *Atlas Hand Clin.*, 1: 65–76, 1996.
9. McAULIFFE, J. A.: Epitenon-first technique of flexor tendon repair. *Atlas Hand Clin.*, 1: 29–40, 1996.
10. McLARNEY, E., HOFFMAN, H., WOLFE, S. W.: Biomechanical analysis of the cruciate four-strand flexor tendon repair. *J. Hand Surg.*, 24-A: 295–301, 1999.
11. MILLER, B., DODDS, S. D., DEMARS, A., ZAGOREAS, N., WAITAYAWINYU, T., TRUMBLE, T. E.: Flexor tendon repairs: the impact of fiberwire on grasping and locking core sutures. *J. Hand Surg.*, 32-A: 591–6, 2007.
12. MOOSAVI, S. R., KALANTAR MOTAMED, A. R., TOFIGH, A. M.: Use of vein graft as a tendon sheath substitute following tendon repair: An innovative technique in tendon surgery. *Int. J. Surg.*, 3: 113–6, 2005.
13. PRUITT, D. L., AOKI, M., MANSKE, P. R.: Effect of suture knot location on tensile strength after flexor tendon repair. *J. Hand Surg.*, 21-A: 969–73, 1996.
14. SANDOW, M. J., MCMAHON, M. M.: Single cross-grasp six-strand repair for acute flexor tenorrhaphy: modified Savage technique. *Atlas Hand Clin.*, 1: 41–64, 1996.

15. SILFVERSKIOLD, K. L., ANDERSSON, CH.: Two new methods of tendon repair: an in vitro evaluation of tensile strength and gap formation. *J. Hand Surg.*, 18-A: 58–65, 1993.
16. SILVA, M. J., HOLLSTIEN, S. B., FAYAZI, A. H., ADLER, P., GELBERMAN, R. H., BOYER, M. I.: The effects of multiple-strand suture techniques on the tensile properties of repair of the flexor digitorum profundus tendon to bone. *J. Bone Jt Surg.* 80-A: 1507–14, 1998.
17. SMRCKA, V.: Poranění flexorových šlach ruky. Praha, Victoria Publishing 1995.
18. SOEJIMA, O., DIAO, E., LOTZ, J. C., HARIHARAN, J. S., NAITO, M.: Dorsal and palmar material properties of the adult human flexor profundus tendon in Zone II. *Hand Surg.*, 8: 53–8, 2003.
19. STRICKLAND, J. W.: The scientific basis for advances in flexor tendon surgery. *J. Hand Ther.*, 18: 94–110, 2005.
20. SUNGUR, N., UYSAL, A., KOCER, U., KARAASLAN, O., GUMUS, M., SOKMENSUER, L. K., SOKMENSUER, C.: Prevention of tendon adhesions by the reconstruction of the tendon sheath with solvent dehydrated bovine pericard: An experimental study. *J. Trauma*, 61: 1467–72, 2006.
21. TANG, J.B., SEIICHI, I., MASAMICHI, U.: Surgical management of the tendon sheath at different repair stages. Biomechanical and morphological evaluations of direct sheath closure, partial sheath excision, and interposing sheath grafting. *Chin. Med. J. (Engl.)*, 103:295–303, 1990.
22. TANG, J. B., WANG, B., CHEN, F., PAN, C. Z., XIE, R. G.: Bio-mechanical evaluation of flexor tendon repair techniques. *Clin. Orthop.*, 386: 252–9, 2001.
23. TRAIL, I. A., POWELL, E. S., NOBLE, J.: The mechanical strength of various suture techniques. *J. Hand Surg.*, 17-B:89–91, 1992.
24. TSUGE, K., IKUTA, Y., MATSUISHI, Y.: Intra-tendinous tendon suture in the hand -a new technique. *Hand*, 7: 250–5, 1975.
25. WOLFE, S. W., WILLIS, A. A., CAMPBELL, D., CLABEAUX, J., WRIGHT, T. M.: Biomechanic comparison of the Teno Fix tendon repair device with the cruciate and modified Kessler techniques. *J. Hand Surg.*, 32-A: 356–66, 2007.

MUDr. Ivan Justan,  
Klinika plastické a estetické chirurgie LF MU,  
FN U sv. Anny,  
Berkova 34,  
612 00 Brno