

**Univerzita Karlova v Praze
1. lékařská fakulta**

Autoreferát disertační práce



Vývoj náhrady prvního metatarzofalangeálního
kloubu

MUDr. Vladislav Barták

2011

Doktorské studijní programy v biomedicině

*Univerzita Karlova v Praze a Akademie věd
České republiky*

Obor: Experimentální chirurgie

Předseda oborové rady: prof. MUDr. Jaroslav Živný, DrSc.

Školící pracoviště: I. ortopedická klinika, 1. lékařská fakulta,
Univerzity Karlovy v Praze a Fakultní nemocnice v Motole

Školitel: Doc. MUDr. Stanislav Popelka, CSc.

Konzultant: MUDr. Rastislav Hromádka.

Disertační práce bude nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněna k nahlížení veřejnosti v tištěné podobě na Oddělení pro vědeckou činnost a zahraniční styky Děkanátu 1. lékařské fakulty.

Abstrakt

Práce přináší komplexní přehled o problematice hallux rigidus se zaměřením na endoprotetiku prvního metatarzofalangeálního kloubu a vývoj vlastního implantátu. Vývoj byl postaven na provedení anatomických studií, jejichž výsledky byly základem pro konstrukci hemiartroplastiky a totální náhrady. Bylo provedeno měření dřevných dutin distální části prvního metatarzu a proximální poloviny proximální falangy. Na suchých preparátech jsme měřili velikost hlavičky metatarzu ve dvou rovinách a její sklon vůči dialýze. Díky těmto studiím jsme získali validní údaje pro konstrukci všech komponent jak hemiartroplastiky, tak totální náhrady s určením velikostní škály. Při pitevních zkouškách jsme na modelech ověřili a následně provedli úpravu tvaru implantátu. Výsledkem je nový typ náhrady s vlastním designem zaručující obnovení funkce kloubu a s povrchovou úpravou s vysokým osteointegračním potenciálem.

V rámci klinických studií jsme provedli 22 implantací hemiartroplastiky a jedné totální náhrady. Klinické výsledky svědčí pro fakt, že tento implantát se stane úspěšným. Konečnou odpověď na tuto otázku však poskytnou až dlouhodobé studie.

Další prezentované výsledky s detailním anatomickým popisem ukazují, v jakém rozsahu by měla být prováděna resekce baze proximální falangy při výkonech v oblasti prvního MTP kloubu, aby byl zachována dostatečná porce úponu krátkého flexoru palce.

Klíčová slova: Hallux rigidus, náhrada, první metatarzofalangeální kloub, musculus flexor hallucis brevis, úpon.

Abstract

The work provides a comprehensive overview of the issues hallux rigidus with a focus on the first metatarsophalangeal joint replacement and development of our own implant. The development was built to perform anatomical studies, the results were the basis for the construction of hemiarthroplasty and total arthroplasty. It was necessary to measure the marrow cavities of the distal part of first metatarsal and proximal half of proximal phalanx. We measured the size of the metatarsal head in two planes, and its tendency to diaphysis on the dry preparations. Through these studies we obtained valid data for the construction all components of both hemiarthroplasty and total arthroplasty of specifying the size spectrum. We have verified and then corrected the shape of implant treatment during post-mortem tests on the models. The result is a new type of arthroplasty with their own design to guarantee restoration of joint function and coated with a high osteointegral potential.

In clinical studies, we performed 22 implantations of hemiarthroplasty and one implantation of total arthroplasty. Clinical results suggest the fact that the implant will be successful. However the ultimate answer to this question will provide long-term study.

The other results presented with a detailed anatomical description show to what extent should be done resection of the proximal phalanx base in the performance of the first MTP joint, in order to preserve a sufficient portion of the insertion of the flexor hallucis brevis.

Key words: hallux rigidus, replacement, first metatarsophalangeal joint, replacement, flexor hallucis brevis muscle, insertion

Kapitoly:

1. Úvod
2. Cíl práce a hypotézy
2. Materiál a metoda
4. Výsledky
5. Diskuse
6. Závěr
7. Použitá literatura

1. Úvod

Statické deformity přednoží jsou jedny z nejčastějších postižení, se kterými se v ortopedii setkáváme, neboť postihují velkou část dospělé populace. Artrotické postižení prvního metatarzofalangeálního (MTP) kloubu palce nohy, označované hallux rigidus, tvoří nezanedbatelnou část statických deformit nohy u dospělé populace s vrcholem výskytu mezi pátou a šestou dekádou, postihující ženy i muže. Tento typ postižení palce nohy poprvé popsali nezávisle na sobě v roce 1887 Davis – Colley (1) a Lucy (2) v pracích zabývajících se ztuhlostí palců u mladých mužů. Název “Hallux rigidus” zavedl v roce 1888 Cotterill (3). Jako u jiných synoviálních kloubů, jsou i u rozvinutého hallux rigidus přítomny typické rentgenové známky osteoartrózy.

Konzervativní terapii volíme u pacientů postižených lehkými stadii onemocnění, t.j. I. a II. stadia. Dojde-li k vyčerpání efektu konzervativní terapie přistupujeme k operační léčbě. Základním operačním výkonem je cheilotomie. Je-li zachována plantiflexe a kloubní chrupavka, volíme dorzální deflekční dekompresní osteotomii baze proximálního článku dle Moberga (4) nebo abreviační osteotomii typu chevron dle Youngswicka (5)

Ve třetím a čtvrtém stadiu, kdy je již přítomné těžké degenerativní postižení kloubu je artrodéza výkonem odstraňující bolest za cenu ztráty hybnosti v MTP kloubu (6).

Možnost zachování hybnosti v kloubu nám ve třetím a čtvrtém stadiu dává implantace totální endoprotézy nebo hemiartroplastiky s náhradou buď artrikulační plochy na bazi proximálního článku nebo hlavičky metatarzu (7,8,9). Tato metoda má své výhody, jako je již zmíněné zachování hybnosti kloubu se zachováním dobré funkce a úleva od bolesti.

Jako v jiných lokalitách, tak i při implantaci náhrady I. MTP kloubu se logicky setkáváme s komplikacemi. Vanore et al. (10) je dělí na čtyři základní skupiny. Komplikace plynoucí z vnitřního selhání implantátu, chyby ve vyvážení a stabilitě kloubu, problémy plynoucí z insuficience kosti a měkkých tkání a funkční komplikace.

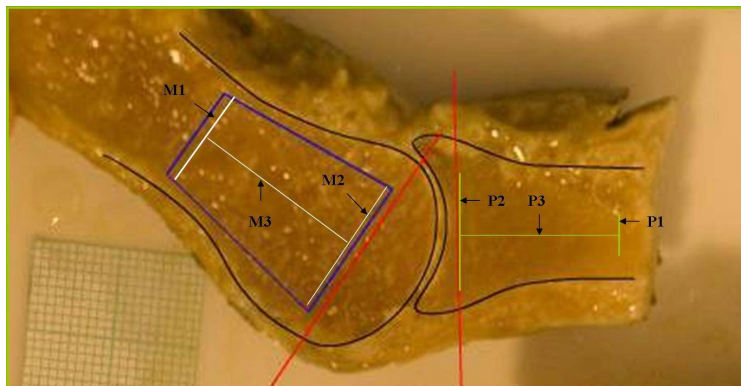
Nejčastější komplikace endoprotetiky I. MTP kloubu patří aseptické uvolnění. Nesprávná technika implantace a ukotvení náhrady, chybná konstrukce implantátu, aseptická kostní nekróza a reakce imunitního systému na otěrové mikročástice implantátu s následnou aktivací osteoklastů jsou základní příčiny aseptického uvolnění.

2. Cíl práce a hypotézy

Základním cílem této práce byl vývoj vlastní moderní náhrady I. MTP kloubu s novým designem a osteoinduktivním povrchem a následné uvedení do klinické praxe. Ke stanovení konstrukce implantátu jsme provedli anatomické studie. Správnost tvaru a rozměrů měla ověřit implantace modelu budoucí náhrady na kadaverózních preparátech. Další anatomickou studii jsme se rozhodli provést k popisu úponového místa m. flexor hallucis brevis ve vztahu k endoprotetice se stanovením bezpečné zóny resekcce baze proximálního článku.

3. Materiál a metoda

Prvotní anatomická studie byla zaměřena ke stanovení tvaru a rozměrů dřevné dutiny distální poloviny prvního metatarzu a proximální poloviny základního článku palce. Měření jsme provedli na 30 kadaverozních preparátech I.MTP. Na těchto snímcích jsme změřili rozměry dřevných dutin metatarsu a článku v místech předpokládané implantace kotvicích částí náhrady k získání jejich základních rozměrů (Obr.1). Na proximálním článku jsme provedli měření identické jako na prvním metatarzu. U všech naměřených hodnot jsme spočítali průměr a pomocí jejich rozložení v histogramech určili základní rozměrovou škálu kotvicích komponent.



Obr. 1. Dorzoplantární řez I. MTP kloubem s vyznačenými hodnotami, které jsme měřili.

Na základě těchto snímků byl určen i primární tvar kotvicích částí. Její obraz jsme poté přikládali ke snímkům a porovnávali shodu jejich tvaru s tvarem dřevné dutiny. Následovalo zhotovení modelů kotvicích částí v základních třech velikostech a provedení první pitevni zkušební

implantace. Dle této zkoušky byl upraven finální tvar a velikostní škála kotvící části falangeální a metatarsální komponenty. Modely zhotovené na základě těchto úprav byly opět odzkoušeny na kadaverózních preparátech.

Na snímcích 58 suchých kadaverózních preparátů prvního metatarsu vyfocených z laterálního a dorzálního pohledu s kalibračním měřítkem, jsme v programu Adobe Photoshop SC 3© provedli měření velikosti hlavičky prvního metatarsu příkládáním kružnice kopírující její tvar.

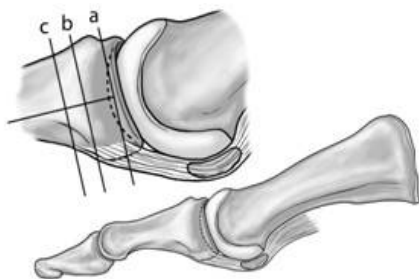
Tyto údaje tak byly podkladem pro navržení radiusu jamky pro hemiartroplastiku a zhotovení velikostní škály hlaviček metatarsální komponenty. Dalším údajem, který jsme získali z těchto snímků byl úhel mezi hlavičkou a diafýzou prvního metatarzu.

Po ověření správnosti tvaru a velikostní škály byly na podkladě modelů a výsledků měření velikosti hlavičky vyrobeny originální kotvící a artikulační komponenty spolu s kompletním instrumentáři firmou MEDIN Orthopaedics a.s.

Zvláštní anatomickou studii jsme provedli k detailnímu popisu úponů obou šlach FHB na bazi základního článku a se stanovením referenční linie a bezpečné zóny resekce při implantaci náhrady v oblasti I. MTP kloubu. Provedli jsme celkem 36 měření na preparátech dolních končetin kadaverózních těl. Měřili jsme vzdálenost od okraje falangy ke konečné fázi úponové čáti. Následně jsme resekovali bazi proximálního článku v rovině kolmé na dlouhou osu článku, přičemž rovina resekce probíhala subchondrálním vrcholem konkavity kloubní plochy. Druhou stanovenou hodnotou tak byla vzdálenost konce úponu od této roviny (Obr.2).

Po zhotovení originálních komponent spolu s originálním instrumentáři firmou Medin Orthopaedics a.s. jsme v červnu 2009 provedli první implantaci falangeální hemiartroplastiky. Totální náhrada byla implantována v

jednom případě v únoru 2011. Součástí klinických zkoušek bylo zhodnocení bolesti pomocí VAS (Visual Analog Scale), rozsahu hybnosti (ROM) a Kitaoka skóre. U těchto hodnot byly porovnány předoperační hodnoty a hodnoty v době studie, tj. 20 měsíců od první implantace v prosinci 2010. Ke statistickému zhodnocení výsledků byl použit program Statistica 9 od firmy StatSoft©.



Obr.2. Laterální pohled na I. metatarzofalangeální kloub. a – rovina kolmá na dlouhou osu falangy jdoucí subchondrální spodinou konkavity kloubní plochy, b – rovina námi doporučené konečné resekce proximální falangy.

4. Výsledky

Primární základní tvar pro kotvící část falangeální komponenty jsme stanovili pomocí tvaru dřevové dutiny z 15 transversálních a 15 sagitálních řezů I. MTP jako rotační elipsoid. Průměrné výsledky měření dřevových dutin dle Obr.1 ukazují Tab.1. Dle rozložení výsledků byla propočtena i průměrná hodnota délky kotvící části. Distální rozměr P3 byl stanoven dle délek na 4,7 mm pro velikosti XS – S a na 6 mm pro velikosti M – L.

	P1 (n15)	P2 (n15)	P3 (n15)	M1 (n15)	M2 (n15)	M3 (n 15)
Dorzplantar	5,3 ± 0,7	11,3 ± 1,2	14,3 ± 1,2	4,9 ± 0,7	14,2 ± 1,4	21,3 ± 2,1
Mediolateral	5,5 ± 0,6	11,9 ± 1,3	neměřeno	5,0 ± 0,7	14,4 ± 1,4	Neměřeno

Tab.1. Výsledky měření rozměrů dřevňových dutin (mm) v dorzoplantárním a mediolaterálním řezu dle Obr. 1.

Dle těchto hodnot byl zhotoven primární model kotvící části falangeální komponenty s příslušnou frézou ve čtyřech velikostech s radiusem zakřivení 29 mm.

Po zhotovení primárního modelu jsme jeho obraz přikládali k digitálním snímkům řezů všech patnácti dřevňových dutin, kde jsme ověřovali správnost zvoleného tvaru. Po této zkoušce byl upraven radius zakřivení z původních 29 mm na 36 mm. Následovalo zhotovení nových modelů ve velikostech XS – L a první pitevní implantace.

Při první pitevní implantaci jsme zjistili nedostatečnou oporu implatátu v jeho proximální části. Proto byly upraveny rozměry komponenty tak, že každý z rozměrů P2 byl zvětšen o 1 mm.

Stejně jako u kotvící části falangeální komponenty, byly odečteny hodnoty pro konstrukci tvaru kotvící části metatarzální komponenty. Základní rozměry podle Obr.1 jsou uvedeny v Tab.1. Tvar komponenty byl stanoven jako komolý kužel. Na základě histogramů rozměru M1, M2 a M3, které člení hodnoty do čtyř kategorií podle předpokládané velikostní škály, byly sestrojeny rozměrové nárysy velikostí S, M, L, XL. Aby bylo možno zkonstruovat jednotnou frézu, je vrcholový úhel kuželu všech velikostí 24°. Tento úhel byl určen jako průměrná hodnota z rozměrových nárysů. Po dosazení této

hodnoty byly upraveny hodnoty M1, M2 a M3 všech velikostí o maximálně 0,5 mm.

Kovové jamky pro implantaci náhrady jako hemiartroplastiky byly navrženy ve třech velikostech dle výsledků anatomické studie na suchých preparátech. Průměr hlavičky v bočním pohledu odečtený ze suchých preparátů prvního metatarzu je $27,7 \text{ mm} \pm 3,5$ (21,9 – 37), tj. průměrný radius je 13,8 mm. Průměr hlavičky odečtený z dorzálních snímků je $30,3 \text{ mm} \pm 3,2$ (24 – 41,2), tj. průměrný radius 15,1 mm. Pro zachování stupně volnosti kloubu jsme použili radius z dorzálních snímků. Průměry jamek byly zkonstruovány na vel. 13, 15 a 17 mm, tak aby nedocházelo k přesahu komponenty přes okraje kloubu v medilaterální rovině. Radius pro velikost 13 je 12,5 mm, pro velikost 15 je 15 mm a pro velikost 17 je 18,5 mm. Správnost velikostí a radiusů hlaviček jsme ověřili v druhé pitevní zkoušce.

Po sestrojení modelů a frézy dle uvedených výsledků byla provedena pitevní zkouška. Výsledkem byla dobrá shoda velikostí kotvících částí s velikostmi dřevných dutin, zajišťující optimální primární kotvení. Pro konstrukci hlavičky metatarzální komponenty byly použity jednotný radius 10 mm, aby byl zachován dostatečný stupeň volnosti, potřebný pro dostatečný rozsah flexe a extenze. Abychom mohli použít dostatečně silnou polyethylenovou jamku a zároveň nedocházelo k hyperpresi v kloubu po implantaci, tvoří hlavička metatarzální komponenty pouze vrchlíky koule. Rozměry byly zvětšeny na 14,4 a 15,4 mm, u kterých je zajištěn kontakt artikulujících ploch v krajní flexi a extenzi. U třetí velikosti byl naopak rozměr 18 mm zmenšen na 17 mm, neboť při radiusu 10mm hrozí zvýšení hyperprese v kloubu s následným omezením hybnosti. Zvláštností hlavičky je snesení vrchlíku artikulární plochy na plantární straně tak, aby nedocházelo při pohybu v MTP kloubu k dráždění šlach musculus flexor hallucis brevis. Jamka falangeální části pro totální náhradu je zkonstruována ve dvou velikostech s

radiusem 10 mm. Menší pro kotvící část velikosti XS a S a větší pro velikosti M a L.

Pro kotvící části náhrady (distální a proximální komponenta) byla použita slitina titanu Ti6Al4V ELI dle ISO 5832/3. Pro kovovou hlavici hemiartroplastiky byla použita slitina CoCrMo dle ISO 5832-4 a k výrobě PE distální vložky byl použit materiál UHMWPE dle ISO 5834/2. Povrch kotvících částí vyrobených z titanové slitiny Ti6Al4V ELI dle ISO 5832/3 je opatřen porézním nástřikem titanové slitiny a hydroxyapatitu dle technických podmínek uvedených v předpisu P/MED-TPV/002.

Instrumentarium pro hemiartroplastiku s celou škálou velikostí implantátů bylo dokončeno v květnu 2009. V prosinci roku 2010 bylo dokončeno instrumentarium pro totální náhradu a sjednoceno s instrumentáriem pro hemiplastiku. V téže době byla dokončena i výroba implantátů pro totální náhradu.

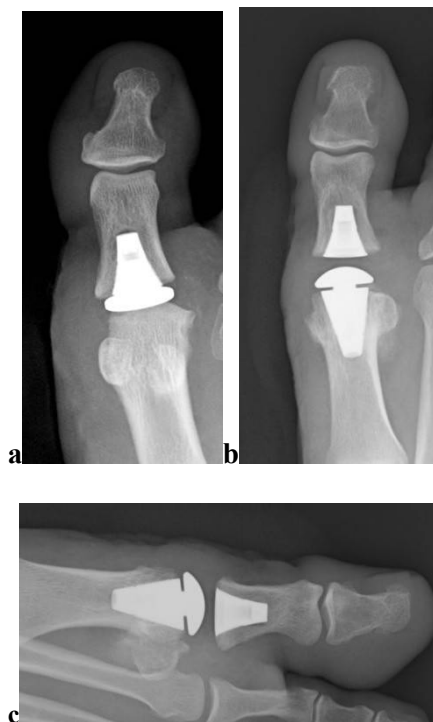
V průběhu prosince 2009 až března 2010 jsme provedli preparaci a měření úponů FHB na 36 kadaverózních preparátech. Průměrná délka mediálního úponového místa měřená od plantárního okraje falangy byla $11,5 \pm 0,9$ mm (rozpětí 9,5 - 13 mm) a délka laterálního úponového místa $9,5 \pm 1,1$ mm (rozpětí: 8 – 11,5 mm). Po provedení resekce byla délka mediálního úponu $8,5 \pm 1,7$ mm a laterálního úponu $7,1 \pm 1,4$ mm. Celková délka falangy byla v průměru $33,1 \pm 2,2$ mm (rozpětí: 28,5 – 37 mm), po resekci $30,5 \pm 2,1$ mm (rozpětí: 26 – 34,5).

V klinické části studie bylo implantováno 22 hemiartroplastiky a jedna totální náhrada, přičemž první implantace hemiartroplastiky byla provedena 25.6.2009 a implantace totální náhrady v 15.2.2011. V hodnocení je zahrnut pouze soubor hemiartroplastik.



Obr.3. Nahoře vlevo - falangeální komponenta s artikulačními vložkami pro totální náhradu. Nahoře vpravo - jamka pro hemiartroplastiku Dole - metatarzální komponenta pro totální náhradu.

V souboru našich hemiartroplastik jsme zatím nezaznamenali žádnou časnou ani pozdní komplikaci. Ve všech případech došlo k dobré osteointegraci implantátu (Obr.4). Ve všech případech došlo k ústupu bolesti vyjádřené poklesem VAS z $6,9 \pm 1,2$ (rozpětí 5-9) na $1,6 \pm 1,2$ (1-3) v současnosti se statisticky významným rozdílem ($p < 0,05$). Došlo taktéž k obnově funkce kloubu zvětšením rozsahu hybnosti a celkovému zlepšení funkce prvního MTP kloubu vyjádřené zlepšením Kitaoka skóre z předoperační hodnoty $34,7 \pm 9,9$ (rozpětí 25-65) na hodnotu $83,2 \pm 7,6$ (rozpětí 60-100) v době sledování se statisticky významným rozdílem. Rozsah hybnosti (ROM) se zvětšil z 11° předoperačně na 34° v době sledování.



Obr.4. a – stav po implantaci hemiartroplastiky, b – stav po implantaci totální náhrady (dorzální snámek, c – stav po implantaci totální náhrady (dorzolaterální snímek).

5. Diskuse

V 50. letech dvacátého století začíná historie vývoje náhrady prvního metatarzofalangálního kloubu. Největším úskalím stále zůstává aseptické uvolnění. Přesto výsledky u některých modernějších implantátů jsou více než uspokojivé.

Většina ne příliš úspěšných náhrad v minulosti byla založena na kotvení pouze ve spongiozní kosti, u nichž následně docházelo k tzv. „plavání“ v kosti s následným

uvolněním (11,12,13,14). V roce 1986 konstruuje Swanson titanovou necementovanou hemiartroplastiku, která se pro svou úspěšnost stala vzorem pro současnou generaci implantátů. Jedním z těchto implantátů je i náhrada ToeFit, jejíž kotvení je založeno na kontaktu titanového povrchu protézy s vnitřní kortikalis (8,15). Tvar komponent naší náhrady měl co nejvíce korespondovat právě s tvarem vnitřní kortikalis obou kostí. Proto na základě první anatomické studie dřevňových dutin distální části prvního metatarzu a proximální falangy byl stanoven tvar falangeální kotvící části jako rotační elipsoid a tvar metatarzální části jako kužel. Jednou ze zvláštností naší náhrady je sklon hlavičky metatarzální komponenty vůči kotvící části. Tento anatomický sklon je dle našeho názoru při implantaci klíčový pro obnovení dostatečného rozsahu dorziflexe. S touto myšlenkou přišli již LaPorta u náhrady Sutter (16) V dnešní době nacházíme tuto úpravu u náhrady Roto-Glide (17).

Dalším specifíkem naší náhrady je snesení vrchlíku hlavičky metatarzální komponenty u totální náhrady, tak aby nedocházelo dráždění šlach flexorů na plantární straně kloubu. S podobnou úpravou implantátu setkáváme u metatarzální a falangeální hemiplastiky MOVEMENT™ Great Toe System.

Povrch kotvících částí naší náhrady jsme opatřili porézním nástřikem z titanové slitiny a syntetického hydroxyapatitu s názvem ARBOND americké firmy ARTECH. Tento povrch má dobré osteinduktivní vlastnosti, což znamená, že podporuje vrůst osteoprogenitorových buněk do takto upraveného povrchu (18). O dobré volbě povrchové úpravy může napovědět výsledek klinické studie, kdy ze souboru 22 implantovaných hemiartroplastik zatím nedošlo k žádnému uvolnění. Podobný typ povrchové úpravy má i náhrada RotoGlide. Naproti tomu Pulavarti (19) udává 5,5% (2 revize) selhání ve svém souboru čítajícím 32 náhrad I. MTP kloubu implantátem Bio-Action s průměrnou dobou sledování

47 měsíců. Tato náhrada disponuje hydroxyapatitivým nástřikem, ovšem bez makroporézní úpravy.

Pro úplnost a nástin srovnání uvádíme klinické výsledky již zmiňovaných souborů vůči našim výsledkům. U všech pacientů našeho souboru došlo k ústupu bolesti vyjádřené poklesem průměrného VAS z $6,9 \pm 1,2$ se statisticky významným rozdílem ($p < 0,05$). Došlo taktéž k obnovení funkce kloubu zvětšením průměrného rozsahu hybnosti z 11° na 34° v době sledování a celkovému zlepšení funkce prvního MTP kloubu vyjádřené zlepšením Kitaoka skóre z předoperační hodnoty 34,7 na hodnotu 83,2 v době sledování. Rozsah pohybu v našem souboru náhrad ToeFit Plus (9) v době sledování byl $36,5^\circ$ a průměrná hodnota současného Kitaoka skóre 87,1 bodů. Podobné výsledky popisuje ve své studii 30 totálních náhrad ToeFit Plus Lange et al. (20) V Pulavartiho (19) souboru 32 totálních náhrad MTP kloubu implantátem Bio-Action je průměrné Kitaoka skóre a rozsah pohybu v průměrné době 47 měsíců od operace 78 bodů a 44° . Sorbie a Saunders (21) uvádějí v souoru 23 hemiplastik s průměrné Kitaoka skóre 88,2. Na tomto přehledu klinických hodnocení vidíme, že výsledky našeho implantátu jsou zatím srovnatelné s ostatními používanými implantáty.

Komplikace vyplývající z alterace úponů FHB na bazi základního článku jsou přitom všeobecně známé (22). První prací zabývající se detailně úponem FHB a jeho biomechanickými vlastnostmi a stanovující tak možnou míru resekce přinesla až již zmiňovaná práce Hakim-Zargara (23). Ve své práci uvádí jako míru bezpečné resekce 6 mm nebo 20% délky proximální falangy. Tato doporučená resekce vychází z naměřených délek pro mediální úpon $8 \pm 0,5$ mm a $9 \pm 0,6$ mm pro laterální úpon a následného biomechanického testování. Hodnoty délek úponu od spodního okraje falangy v našem souboru jsou pro mediální $11,5 \pm 1,2$ mm pro laterální $9,5 \pm 1,1$ mm. Na rozdíl od studie Hakim-Zargara naše výsledky ukazují, že delší je úponová část mediální šlachy,

kde se spolu upínají mediální šlacha FHB spolu s distální částí abduktoru.

Jelikož rovina kolmá na dlouhou osu falangy a jdoucí spodinou konkavity je téměř identická s počátky úponů, jeví se nám v klinické praxi jako optimálnější provést nejprve základní resekci jdoucí touto rovinou a poté provést odečtení délky konečné resekce. Abychom zachovali minimálně jednu třetinu délky úponů, činí konečná resekce pro klinickou praxi 4 mm neboli 13 % z celkové délky falangy.

6. Závěr

Práce je zaměřena na endoprotetiku prvního metatarzofalangeálního kloubu a vývoj vlastního implantátu. Díky anatomickým studiím jsme získali validní údaje pro konstrukci všech komponent jak hemiartroplastiky tak totální náhrady s určením velikostní škály. Při pitevních zkouškách jsme na modelech ověřili a následně provedli úpravu tvaru implantátu. Výsledkem je nový typ náhrady s vlastním designem a povrchovou úpravou.

V rámci klinických studií jsme provedli 22 implantací hemiartroplastiky a jedné torální náhrady. Klinické výsledky svědčí pro fakt, že tento implantát se stane úspěšným. Konečnou odpověď na tuto otázku však poskytnou až dlouhodobé studie.

Další prezentované výsledky s detailním anatomickým popisem ukazují, v jakém rozsahu by měla být prováděna resekce baze proximální falangy při výkonech v oblasti prvního MTP kloubu, aby byl zachována dostatečná porce úponu krátkého flexoru palce.

7. Použitá literatura

1. Davis-Colley, N.: On contraction of the metatarsophalangeal joint of the great toe (hallux flexus). *Trans Clin Soc Lond* 20: 165 – 171, 1887.
2. Lucy, R.: Stiffness of the great toe in male adolescents. *Brit. Med. J* 1: 726 – 727, 1887.
3. Cotterill, JM.: Stiffness of of the great toe in adolescents. *Brit. Med. J.* 1: 1158, 1887.
4. Kilmartin, T.: Phalangeal Osteotomy Versus First Metatarsal Decompression Osteotomy for the Surgical Treatment of Hallux Rigidus. *Foot and Ankle Surg.*, 44: 2-12, 2005.
5. Moberg, E.: A Simple Operation for Hallux Rigidus. *Clin. Orthop.*, 142: 55-56, 1979.
6. Gibson, J., Thompson, C.: Arthrodesis or Total Replacement Arthroplasty for Hallux Rigidus. *Foot and Ankle Int.*, 26: 680 – 690, 2005.
7. Kundert, H-P., Zollinger-Kies, H.: Endoprothetik bei Hallux rigidus. *Orthopäde*, 34: 748-757, 2005.
8. Seeber, E., Knessl, J.: Treatment of hallux rigidus with the TOEFIT-Plus joint replacement system. *Interact Surg*, 2: 77-85, 2007.
9. Barták, V., Popelka, S., Hromádka, R., Pech, J., Jahoda, D., Sosna, A.: Naše zkušenosti s náhradou I. MTP kloubu palce implantátem ToeFit Plus. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 77: 222 – 227, 2010.
10. Swanson, A., B.: Flexible Implant Resektion Arthroplasty in the Hand and Extremities. CV Mosby, St. Luis, 1973.
11. Seeburger, R., H.: Surgical implants of alloyed metal in joints of the feet. *J Am Podiatry Assoc.*, 54: 391, 1964.
12. Joplin, R., J.: The proper digital nerve, vitallium stem arthroplasty, and some thoughts about foot surgery in general. *Clin Orthop Relat Res.*, 76: 199, 1971.

13. Jarvis, B., D., Moats, D., B., Burns, A., Gerbert, J.: Lawrence design first metatarsophalangeal joint prosthesis. *J Am Podiatr Med Assoc*, 76: 617, 1986.
14. Giannini, S., Moroni, A.: Alumina total joint replacement of the first metatarsophalangeal joint, str. 39. In Bonfield, W., Hastings, G., W., Tanner, K., E. (eds): *Bioceramics*. Vol. 4. Butterworth-Heinemann, London, 1991.
15. Seeber, E., Knessl, J.: Die Grosszehengrundgelenksprothese „Toefit-Plus“. *Med Orthop Tech*, 122: 98 – 100, 2002.
16. Sorbie, Ch., Saunders, G., A., B.: Hemiartroplasty in the treatment of hallux rigidus. *Foot Ankle Int.*, 29: 273 – 281, 2008.
17. Mouzin, O., Soballe, K., Bechtold, J. E.: Loading improves anchorage of hydroxyapatite implants more than titanium implants. *J. Biomed. Mat. Res. Appl. Biomater.*, 58: 61-68, 2001.
18. Lange, J., Merk, H., Barz, T., Walther, C., Follak, N.: Mittelfristige Ergebnisse der ToeFit-Grosszehengrundgelenksendoprothese. *Z Orthop Unfall*, 146: 609-615, 2008.
19. Pulavarti, R., S., McVie, J., L., Tulloch, C., J.: First Metatarsophalangeal Joint Replacement Using the Bio-Action Great Toe Implant: Intermediate Results. *Foot Ankle Int*, 26: 1033 – 1038, 2005.
20. Fuhrmann, R., A.: MTP Prosthesis (ReFlexion) for Hallux Rigidus. *Tech. Foot and Ankle Surg.*, 4: 2-9, 2005.
21. Christensen, J. C., Jennings, M. M.: Normal and abnormal function of the first ray. *Clin Podiatr Med Surg.*, 26: 355 - 371, 2009.
22. Hakim-Zargar, M., Aronow, M. S., Gibson, L., Obopilve, E.: Implication for the Anatomy of the Flexor Hallucis Brevis Insertion. *Foot Ankle Int.*, 31: 65 – 68, 2010.

23. Kofoed, H.: Alternatives to MTP – 1 fusion in end stage AO. The evidence or lack of it. In: EFAS advance forefoot symposium. 11. – 12. December 2009.

Seznam publikací doktoranda

Impact factor je vyznačen u publikace

I. publikace *in extenso*, které jsou podkladem disertace:

Anatomická studie úponové části m. flexor hallucis brevis pro klinickou praxi.

Barták V., Hromádka R., Popelka S., Fulín P., Jahoda D., Sosna A.

Acta Chir Orthop Traumatol Cech. In press 2011.

IF – 1,628.

Ankle block implemented through two skin punctures.

Hromádka R, Barták V, Popelka S, Pokorný D, Jahoda D, Sosna A.

Foot Ankle Int. 2010 Jul;31(7):619-23.

IF – 0,96

TOEFIT-PLUS system for replacement of the first metatarsophalangeal joint]

Barták V, Popelka S, Hromádka R, Pech J, Jahoda D, Sosna A.

Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 10 Jun;77(3):222-7.

IF – 1,628

Regional anaesthesia of the foot achieved from two cutaneous points of injection: an anatomical study

Hromádka R, Barták V, Popelka S, Jahoda D, Pokorný D, Sosna A.

Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2009 Apr;76(2):104-9.

IF – 1,628

Ruptura šlachy m. tibialis posterior u pacientů s revmatoidní artritidou.

Popelka S, Vavřík P, Hromádka R, Barták V, Sosna A.

Čes. Revamtol., 2010; 18: 176-180.

II. publikace *in extenso* bez vztahu k tématu disertace:

Bone grafts as a vancomycine carrier for local therapy of resistant infections

Melicherčík P., Jahoda D., Nyč O., Klapková E., Barták V., Landor I., Pokorný D., Krůta T., Sosna A.

Folia Microbiologica, in press 2011.

IF - 0,99

In Vitro Assessment of Vancomycin Released from Bone Grafts.

Melicherčík P, Jahoda D, Barták V, Klapková E, Nyč O, Pokorný D.

Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2010;77(5):411-415.

IF – 1,628

Os Pisiforme Transposition in the Treatment of Kienböck's Disease - Long Term Results.

Barták V, Pech J, Veigl D, Hromádka R, Pokorný D, Sosna A.

Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2009 Aug;76(4):314-8.

IF – 1,628

Infectious complications of total shoulder arthroplasty

Jahoda D, Pokorný D, Nyc O, Barták V, Hromádka R, Landor I, Sosna A.

Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2008 Dec;75(6):422-8.

Oceněno Zahradníčkovou cenou.

First experience with total wrist replacement using an implant of our design

Pech J, Veigl D, Dobiás J, Popelka S, Barták V.

Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2008 Aug;75(4):282-7.

A new technique for reconstruction of the proximal humerus after three- and four-part fractures.

Sosna A, Pokorny D, Hromádka R, Jahoda D, Barták V, Pinskerová V.

J Bone Joint Surg Br. 2008 Feb;90(2):194-9.

IF – 1,5

Střednědobé výsledky náhrady kolenního kloubu S.V.L. /RP.

Barták V, Fulín P, Pokorný D, Sosna A.

Informační zpravodaj Beznoska . 2009, 18.

Řešení infekčních komplikací kloubních náhrad

Jahoda D., Nyč O., Sosna A. a kol.

Triton. 2010. spoluautor